

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

До захисту допущено:

В.о.завідувача кафедри

_____ Олександр ОХРІМЕНКО

« ____ » _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Інструментальні системи та
технології формоутворення деталей»**

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

на тему: «Фреза торцева»

Виконав (-ла):

студент (-ка) III курсу, групи МІ-п71

Кузьменко Андрій Віталійович _____

Керівник:

ас. Майданюк С.В. _____

Рецензент:

інженер Антонюк А.С. _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1			Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.000ПЗ	Пояснювальна записка	110	
3	A1	ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.001СК	Фреза торцева D=125	1	
4	A1	ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.001.01	Корпус фрези торцевої D=125	1	
5	A1	ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.002ТП	Зображення технологічного переходу	1	
6	A1	ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.003СК	Універсально-складальне пристосування	1	

				ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.000ПЗ		
	ПБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Розробн.	Кузьменко А.В				1	1
Керівн.	Майданюк С.В				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. КМ Гр. МІ-п71	
Консульт.						
Н/контр.						
Зав.каф.						

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Інструментальні системи та технології формоутворення деталей»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.завідувача кафедри

_____ Олександр ОХРИМЕНКО

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Кузьменку Андрію Віталійовичу

1. Тема проєкту «Фреза торцева», керівник проєкту Майданюк Сергій Володимирович, асистент, затверджені наказом по університету від «_20_»__05____ 2020 р. №1120-с _____
2. Термін подання студентом проєкту 10.06.2020 _____
3. Вихідні дані до проєкту: згідно технічного завдання ТОВ «Сфера МОТО» та технічного завдання до проєкту
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз існуючих конструкцій торцевих фрез, способи кріплення ріжучих пластин, розрахунок геометричних параметрів торцевої фрези, розрахунок режимів різання та припусків на обробку, проектування технологічного процесу, встановлення геометричних параметрів при фрезеруванні пазу, вплив сил різання на дану конструкцію фрези
5. Перелік графічного матеріалу: Аналіз конструкцій, складальний кресленик торцевої фрези, кресленик корпусу фрези, графічне зображення переходу фрезерування пазу під пластину, кресленик універсально-складального пристрою, тривимірні моделі фрези та пристосування, визначення установчих

параметрів фрезерування під пластину, аналіз напружено-деформованого стану.

6. Дата видачі завдання 13.04.2020_____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Первинний аналіз існуючих конструкцій торцевих фрез. Переваги та недоліки кожної конструкції. Розробка аналізу конструкцій	21.04.2020	
2	Вибір матеріалу ріжучої частини. Аналіз геометричних параметрів змінних ріжучих пластин, переваги та недоліки. Визначення установчих параметрів паза під пластину	28.04.2020	
3	Розрахунок геометричних та конструкторських параметрів фрези виходячи з параметрів оброблююмого матеріалу та розмірів заготовки. Розробка 3д моделі фрези. Розробка складального креслення торцевої фрези.	04.05.2020	
4	Аналіз первинної технології виготовлення торцевих фрез. Модернізація технологічного процесу під сучасні виробництва. Розробка технологічного процесу. Проектування технологічного переходу фрезерування пазу під пластини	09.05.2020	
5	Розрахунок та проектування пристосування з УСП, аналіз напружено-деформованого стану фрези	12.05.2020	

Студент

Андрій Кузьменко

Керівник

Сергій Майданюк

Технічне завдання до проекту	
Тема проекту	Фреза торцева
Зміст проекту	Розробити фрезу для обробки корпусу насоса шестерного НШ10М
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оброблення площини корпусу НШ-10М 2. Матеріал деталі - АК5М2Ц4 3. Заготовка отримана литвом 4. Допуск площинності – 0.018 мм 5. Шорсткість поверхні – Ra 2.5мкм 6. Різальна частина фрези – зі змінними елементами з твердого сплаву. 7. Кріплення різального елемента – механічне. 8. Підведення охолоджувальної рідини – зовнішнє. 9. Верстат для оброблення – DMG MORI CMX 1100V
Особливі вимоги	

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналіз конструкцій фрез торцевих зі змінними різальними елементами 2. Аналіз змінних різальних елементів для торцевих фрез.
ОП	<ol style="list-style-type: none"> 1. Робочий кресленик фрези. 2. 3D модель фрези
СС	Визначення установчих параметрів встановлення змінних різальних елементів.
ТС	Ескіз технологічних операцій: Фрезерування паза під ріжучий елемент, свердління отвору під кріплення пластини;
КС	1. Складальний кресленик та 3D-модель УСП для фрезерування базової площини корпусу НШ-10м
ДС	Дослідження впливу різальних сил на конструкцію під час операції торцювання.

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Фреза торцева»**

Київ – 2020 року

ВСТУП

Машинобудування - одна з основних галузей промисловості України.

Металорізальні інструменти відіграють важливу роль у підвищенні ефективності виготовлення верстатів. Підвищення якості різальних інструментів, стабільність їх різання є важливим для високопродуктивного обладнання для обробки металу: верстати та автоматичні лінії виробництва, верстати з програмами з ЧПУ та гнучкі виробничі системи. На стабільність, точність та надійність різальних інструментів значною мірою впливає їх технологія виготовлення. Виробництво інструменту низької якості знизить його довговічність, знизить точність оброблюваних деталей і, в кінцевому рахунку, призведе до простою обладнання та зниження продуктивності.

Основним напрямком розвитку технології виготовлення інструменту є:

а) завдяки пластичній деформації виготовлення інструменту та порошкової металургії форма заготовки наближається до форми кінцевого виробу.

б) використання абразивних матеріалів із супертвердих матеріалів дозволяє поліпшити якість поверхні інструменту, зменшити шорсткість поверхні та підвищити чіткість ріжучої кромки.

в) поєднання спеціального високошвидкісного потужного шліфувального круга та потужного охолодження може здійснювати глибоке шліфування та вишліфовування канавок суцільних заготовок зі швидкісної сталі та цементированного карбіду, тим самим значно покращуючи якість інструменту.

г) введено метод нанесення покриттів, зносостійких та розроблене відповідне обладнання, що значно покращило стійкість інструментів зі швидкої сталі та твердих сплавів

Фреза - один з найпоширеніших інструментів у металургійній галузі. На фрезерні верстати припадає 18% обладнання в промислових парках. Серед багатьох продуктів фрезерні верстати складають 50-60% усіх заводських парків. Інструмент має величезний революційний вплив на конструкцію машини з використанням інструменту.

Особливістю кінематики процесу фрезерування є те, що інструмент швидко обертається навколо своєї осі, а рух подачі повільний, рух подачі може бути лінійним, обертовим або спіральним. При лінійному русі фрезерною обробкою площини, різними канавками і поковками виготовляється утворена циліндрична поверхня.

Навіть у випадку невеликого розміру запасу площинно-комбінована фреза може забезпечити безперебійну роботу, оскільки кут контакту з підготовкою в торцевій фрезі залежить не від розміру поля, а від фрезерування. Визначаються розмір і діаметр фрезерного верстата.

На комбінованому інструменті коробки кріпильні елементи виготовляються із конструкційної сталі наступних марок: 45, 50, 60, 40Х, 45Х, У7, У8, 9ХС тощо. Найбільш широко застосовується сталь 45, з якої виготовляють державки різців, хвостовики свердлів, зенкерів, розгорнень, мітчиків, корпуси збірних фрез, розточувальні оправлення. Для виготовлення ящиків для інструментів, які працюють у суворих умовах, використовуйте сталь 40Х.

Перше завдання дипломного проекту - вибір конструкції, оптимізація геометричних параметрів, технологій виготовлення та використання збірних торцевих фрез для обробки літальних апаратів в чавунних деталях з великим запасом.

АНОТАЦІЯ

Метою дипломного проекту є проектування інструменту для обробки площин.

Для площин використовують торцеві фрези. Інструмент встановлюють так щоб його вісь була перпендикулярна до поверхні деталі, яку оброблюють. Торцеві фрези забезпечують плавну роботу при великій величині припуску, дають велику продуктивність.

Фреза складається з корпусу, в який встановлюють багатогранну пластину. Пластину притискають гвинтом до базової поверхні корпусу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз існуючих конструкцій.
2. Провести аналіз залежності головного кута на процес обробки.
3. Вибрати заготовку.
4. Розрахувати припуски на обробку.
5. Розробити технологічний процес виготовлення фрези.
6. Розрахувати режими різання.
7. Підібрати оснащення для затиску корпусу оброблюємої деталі.
8. Дослідити вплив сил різання на конструкцію спроектованої фрези.

Ключові слова: торцева фреза з змінними пластинами, різальна кромка, базова поверхня, твердий сплав, технологічний процес, сили різання.

ABSTRACT

By means of a graduation project € designing a bathing tool for plank processing.

For plazas victorious end mills. The instrument should be installed so that the entire shaft is perpendicular to the surface details, the yakula will be broken. End mills ensure smooth operation with a large allowance, give great productivity.

The milling cutter is stored in the case, in which a plate is faceted. Press the plate with a screw to the base surface of the housing.

To reach the delivered tag, you need to have the same code:

1. Carry out an analysis of the construction.
2. To conduct an analysis of the occurrence of the head cut for the processing process.
3. Vibrate the workpiece.
4. Rosrahuvati allowances for processing.
5. Rosrobity technological process of cutting frees.
6. Rosrahuvati rezimni
7. Pidibrati equipped for the pressurized case obrobluemoo details.
8. Priority of the power of efforts on the design of the designed frezi.

Key words: end milling cutter with winter inserts, cutting edge, base surface, hard alloy, technological process, strength cutting.

ЗМІСТ

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗ ДЛЯ ТОРЦЕВОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ.....	14
1.1 Вихідні данні до аналізу:.....	14
1.2 Торцеве фрезерування	15
1.3 Загальне торцеве фрезерування.....	16
1.4 Торцеве фрезерування тонкостінних і відігнутих деталей.....	17
1.5 Високопродуктивне фрезерування.....	19
1.6 Важке торцеве фрезерування.....	21
1.7 Огляд існуючих конструкцій торцевих збірних фрез	22
1.8 Вибір головного кута в плані.....	27
1.9 Способи кріплення багатогранних непереточуваних пластин з твердого сплаву	31
1.10 Порівняння попутного і зустрічного фрезерування	36
1.11 Вибір кроку фрези.....	38
2. ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК ТОРЦЕВОЇ ФРЕЗИ	41
2.1 Вибір та обґрунтування матеріалу інструмента	41
2.2 Аналіз геометричних параметрів фрези	43
2.3 Проектування торцевої фрези.....	44
2.4 Визначення установчих параметрів для проектування паза під пластину	50
3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФРЕЗИ ЗБІРНОЇ ТОРЦЕВОЇ	53
3.1 Технологія виготовлення корпусу торцевої фрези.....	53
3.2 Базових технологічний процес виготовлення торцевої збірної фрези	54
3.3 Аналіз базового технологічного процесу	57
3.4 Вибір методу отримання заготовки	57
3.5 Розрахунок припусків на зовнішню обробку.....	58
3.6 Розрахунок режимів різання	59
4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ.....	66

4.1 Збірно – розбірні пристосування. Застосування і вимоги до ЗРП	66
4.2 Схема установки заготовки.....	68
4.3 Зусилля затиску пневматичного пристрою	69
5. АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ РОБОТІ ФРЕЗИ	70
5.1 Розрахунок сили різання при обробці заготовки даною фрезою	70
5.2 Розрахунок напружено-деформованого стану	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	76
ДОДАТКИ.....	78

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗ ДЛЯ ТОРЦЕВОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ

1.1 Вихідні данні до аналізу:

- Поверхня обробки – площина;
- Матеріал оброблення – АК5М2Ц4;
- Шорсткість поверхні – Ra 2.5мкм;
- Верстат – HAAS VF-3

Для обробки плоских поверхонь використовують фрези. Фреза представляє собою вихідне тіло обертання, яке в процесі обробки торкається поверхні деталі і на поверхні якого знаходяться ріжучі зуби. В процесі фрезерування виконуються два рухи: обертання фрези навколо своєї осі – головний рух різання, та рух подачі [4, с.97].

Торцеві фрези широко використовуються при обробці площин. Вісь їх встановлюється перпендикулярно до оброблюваної поверхні деталі. В зв'язку з цим торцеві фрези мають зуби на циліндричній поверхні та торці. Головними ріжучими кромками, які виконують основну роботу, є кромки, які розташовані на циліндрі, а торцеві являються допоміжними [4, с.100].

Торцеві фрези забезпечують плавну роботу навіть при невеликих величинах припусків, бо кут контакту з заготовкою в торцевих фрез не залежить від величини припуску та визначається шириною фрезерування та діаметром фрези.

Торцева фреза може бути більш масивною та жорсткою, в порівнянні з циліндричними фрезами, що дає можливість зручно розміщувати та надійно закріплювати ріжучі елементи та використовувати тверді сплави. Торцеві фрези звичайно забезпечують велику продуктивність, ніж циліндричні [5, с.147].

Широкого розповсюдження набули фрези механічним кріпленням багатогранних пластинок твердого сплаву.

Такі фрези прості в експлуатації, забезпечують підвищення стійкості, скорочують затрати на інструмент [5, с.156].

При зносі однієї із ріжучих граней пластинку повертають і в роботу вступає наступна грань. При фрезеруванні плоских поверхонь доцільно використовувати фрези в яких регулюються передній та задній кут, що дозволяє нам використовувати одну фрезу для різних матеріалів.

1.2 Торцеве фрезерування

Торцеві фрези широко застосовуються при обробці площин на вертикально-фрезерних верстатах. Вісь встановлюється перпендикулярно обробленій площині деталі. Основну роботу при торцевому фрезеруванні виконують бокові (головні) ріжучі кромки; торцеві кромки лише зачищають оброблену поверхню.



Рисунок 1.1 - Торцеве фрезерування [1]

Торцеві фрези забезпечують плавну роботу навіть при невеликій величині припуску, так як кут контакту з заготовкою у торцевих фрез не залежить від величини припуску і визначається шириною фрезерування і діаметром фрези. Торцева фреза може бути більш масивною і жорсткою, в порівнянні з

циліндричними фрезами, що дає можливість зручно розміщувати і надійно закріплювати пластини з твердого сплава. [1]

Торцеве фрезерування забезпечує велику продуктивність, ніж циліндричні. Тому в даний час більшість робіт з фрезеруванням площин виконується торцевими фрезами.

Операції торцевого фрезерування:

1. Загальне торцеве фрезерування;
2. Високопродуктивне фрезерування;
3. Важке торцеве фрезерування;
4. Чистова обробка з пластинами Wiper.

1.3 Загальне торцеве фрезерування

Частіше всього під час торцевого фрезерування використовують фрези з головним кутом в плані 45° , но в певних випадках також використовують фрези з круглими пластинами, для прямокутних виступів та трьохсторонні дискові фрези. [1]

Фрези с кутом в плані 45°

- Перший вибір для загального використання.
- Зменшення вібрації при великих вильотах.
- Можливість підвищення продуктивності за рахунок потоншення стружки.

Фрези с кутом в плані 90°

- Обробка тонкостінних деталей.
- Обробка не жорстко закріплених деталей.
- Обробка виступів 90° .

Фрези з круглими пластинами та фрези більшого радіуса

- Фреза загального призначення.
- Сама міцна різальна кромка.
- Багатокромочні пластини.

- Плавне врізання.

Переваги та недоліки фрез з різним кутом в плані представлені нижче

Головний кут в плані 25-65°	Головний кут в плані 90°	Головний кут в плані 10°
Переваги: Висока продуктивність	Переваги: Універсальна фреза, котру можна використовувати для більшості інших операцій	Переваги: Висока продуктивність
Оптимально підходить для торцевого фрезерування	Невеликі осьові сили різання (сприятливо для тонкостінних деталей)	Осьове направлення сили різання (сприятливо для стабільності шпинделя)
Багатокромочні пластини	Відносно велика глибина різання	Виключно висока швидкість подачі
Недоліки: Середня глибина різання	Недоліки: Набагато нижча продуктивність	Недоліки: Мала глибина різання

Особливості застосування

Уникайте переривчастого фрезерування

По можливості уникайте фрезерування переривають елементів (отворів і пазів). Таке переривчасте різання навантажує ріжучі кромки інструменту: виходить багато врізання і несприятливих виходів з різання.

Для стоншення стружки на виході з різання можна також знизити рекомендовану величину подачі на 50% на ділянці заготовки, що містить переривають елементи. [1]

1.4 Торцеве фрезерування тонкостінних і відігнутих деталей

Для забезпечення стабільності заготовки та її закріплення потрібно враховувати напрям сил різання. При обробці нестійких в осьовому напрямку заготовок потрібно вибирати фрезу з головним кутом в плані 90 °, так як в цьому випадку основна частина сил різання спрямована радіально. Можна також використовувати торцеву фрезу для ненавантаженого різання. [1]

Для мінімізації осьових сил різання глибина різання в осьовому напрямку не повинна бути менше 0,5-2 мм. Для забезпечення мінімально можливої кількості зубів, що беруть участь в різанні, потрібно використовувати фрезу з великим кроком зубів. Для мінімізації сил різання використовують гостру геометрію з задніми кутами (-L). [1]

Для торцевого фрезерування країв тонких стінок фрезу слід розташовувати із зсувом від центру стінки. Різання стає більш стабільним, а сили різання розподіляються рівномірно вздовж стінки, в результаті знижується ризик виникнення вібрації. Вибирають крок зубів фрези, при якому різання одночасно виконують два зуба або більше. [1]

Використовуйте найбільш гостру геометрію пластин (легку замість середньої, середню замість важкої). Для зниження ризику виникнення вібрації при обробці тонкостінних деталей вибирайте пластини з меншим радіусом і коротшою фаскою. Використовуйте низькі режими різання, невелику глибину різання, a_p , і невелику подачу на зуб, f_z . [1]

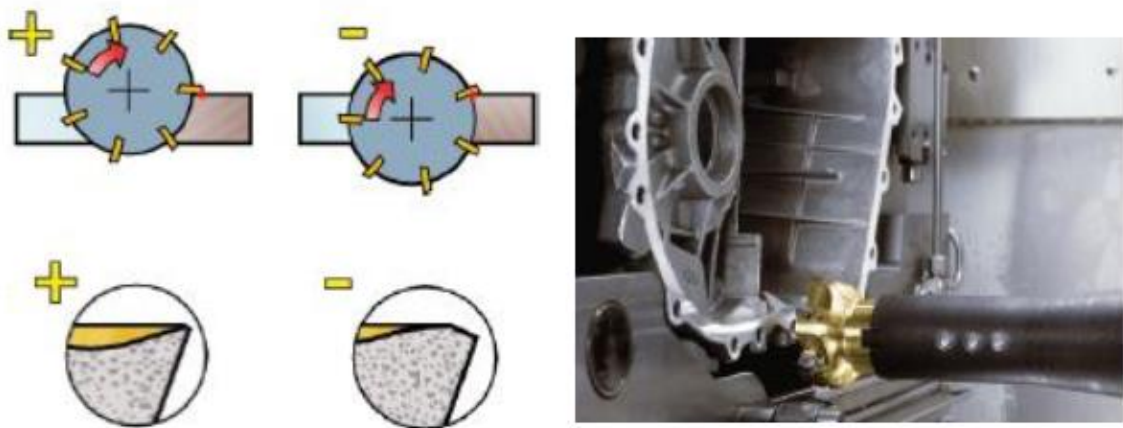


Рисунок 1.2 - Обробка кромek тонкостінних деталей торцевими фрезами [1]

Рекомендації при торцевому фрезеруванні

Врахування жорсткості верстата, розмір і тип шпинделя (вертикальний або горизонтальний) і потужність верстата.

Використання фрез з діаметром на 20-50% більше ширини заготовки.

Для вибору оптимальної подачі потрібно враховувати максимальну товщину стружки і розташування фрези щодо заготовки.

Для отримання максимально тонкої стружки на виході встановлюють фрезу зі зміщенням від центру заготовки.

Для сприятливого стружкоутворення, тобто стоншення стружки, застосовують попутне фрезерування.

Програмування фрез на врізання по дузі або зменшення подачі для отримання плавного входу (рис 1.3).

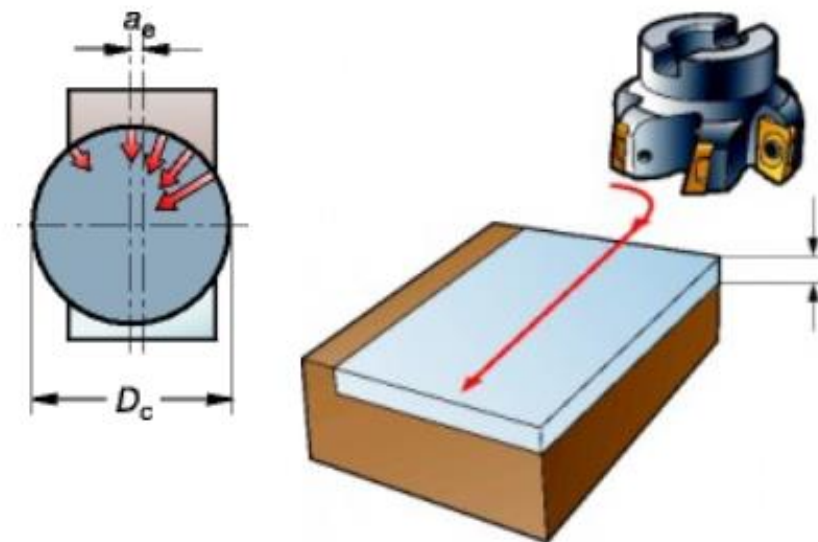


Рисунок 1.3 - Врізання по дузі [1]

1.5 Високопродуктивне фрезерування

При обробці алюмінію, а іноді і при обробці чавуну пластинами з CBN або кераміки можна використовувати швидкість різання більше 1000 м / хв, в результаті чого виникає дуже велика хвилинна подача, v_f . Цей тип обробки називається високошвидкісний обробкою (HSM).

При фрезеруванні матеріалів, що дають коротку стружку, таких як сірий чавун, можна використовувати торцеву фрезу з дуже дрібним кроком зубів, в результаті чого виникає велика хвилинна подача.

При обробці жароміцних сплавів, де швидкість різання зазвичай низька, дуже невеликий крок зубів дає велику хвилинну подачу. Торцеве фрезерування

з дуже великою подачею на зуб (до 4 мм / зуб) можливо при використанні фрез з невеликими головними кутами в плані або фрез з круглими пластинами, завдяки ефекту стоншення стружки. [1]

Хоча глибина різання обмежена величиною менше 2,8 мм, вкрай висока подача робить цей спосіб фрезерування дуже продуктивним. Спеціалізовані фрези оптимізовані для роботи з вкрай високими подачами при невеликій осьовій глибині різання.

Невеликий головний кут в плані є необхідною умовою застосування ненавантажуваних, швидкої подачі. Рекомендації що до вибору інструменту приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Рекомендації вибору інструменту

	Високопродуктивні фрези			Фрези з круглими пластинами	
Мах. глибина різання(A_p),мм	1,2-2	1,3	1,3	10	7/8
Діаметр фрези(D_c),мм	25-160	10-25	4-20	25-160	10-42/ 25-125

Високопродуктивні фрези:

- Високопродуктивні торцеві фрези з головним кутом в плані 10 °, здатні працювати з дуже високою подачею на зуб, f_z
- Інтенсивна подача при невеликій глибині різання, A_p
- Високоточні інструменти, оптимізовані для обробки сталей високої твердості з інтенсивними подачами
- Чорнова і напівчистова профільна обробка контурів і обробка асиметричних елементів з вкрай високими значеннями подачі

Фрези з круглими пластинами:

- Більш яскраво виражений ефект стоншення стружки при зниженій глибині осьового врізання
- плавне різання

- Універсальні фрези для важкого або ненавантаженого різання

Примітка: При високошвидкісній обробці фрезами з круглими пластинами і радісних фрезами значення A_p має бути набагато нижче рекомендованого максимального значення. [1]

Особливості використання

Фрези з невеликим головним кутом в плані дозволяють значно підвищити подачу, f_z , завдяки ефекту стоншення стружки при невеликому значенні A_p .

Максимальна товщина стружки значно знижується за рахунок малого головного кута в плані. Це дозволяє використовувати вкрай високі значення подачі, не перевантажуючи пластини. Подачу необхідно зменшити і адаптувати до конкретних умов, щоб уникнути вібрації, яка може пошкодити пластини. [1]

1.6 Важке торцеве фрезерування

Важке торцеве фрезерування включає в себе чорнову обробку поковок, гарячого прокату, відливок і зварних конструкцій на великих портально-фрезерних верстатах, потужних фрезерних верстатах і обробних центрах. Обробка характеризується зняттям великого обсягу матеріалу, при цьому мають місце високі температури і великі сили різання, що висуває особливі вимоги до фрезерних пластин:

- Великі навантаження на головну ріжучу кромку при повній глибині різання
- Знос вершин абразивної окалиною, коли глибина різання наближається до нуля

В залежності від кута в плані розрізняють три основні типи торцевих фрез для важкої обробки:

- Фрези для важкої обробки з кутом в плані 60°
- Фрези для середньої важкої обробки з кутом в плані $45-90^\circ$
- Фрези великого діаметра з круглими пластинами

Фрези для важкої обробки з кутом в плані 60° призначені для ефективної та зручної роботи, дозволяють скоротити час простоїв, забезпечують надійну і швидку зміну пластин в верстаті. [1]

Глибина різання до 18 мм дозволяє знімати великий обсяг металу і обробляти нерівні поверхні з грубої кіркою. Міцність фрези забезпечує надійність різання в дуже складних умовах.

Фрези для середньої важкої обробки з кутом в плані $45-90^\circ$, торцева фреза середньої міцності, що забезпечує саме ненавантажене різання. Глибина різання до 6-8 мм в діапазоні подач від 0,2 до 0,6 мм. Призначення для важких умов обробки на великих оброблюємих центрах. [1]

Фрези великого діаметра з круглими пластинами призначені для важкої обробки в середніх умовах з міцними кромками, наприклад для фрезерування по окалині і переривчастого фрезерування. Круглі пластини забезпечують плавне різання. Максимальна глибина різання складає 10 мм. Максимальна рекомендована товщина стружки широко варіюється до 0,55 мм на зуб, в залежності від геометрії пластини і глибини різання. [1]

Оптимальним вибір для важкого фрезерування є фрези з головним кутом в плані 60° . Така конструкція забезпечує:

- Хороші можливості по глибині різання, щодо балансу сил різання і ефекту стоншення стружки, що дозволяє збільшити подачу.
- Конструкція фрези дозволяє використовувати пластини з великою паралельної фаскою, що підвищує якість обробленої поверхні.

1.7 Огляд існуючих конструкцій торцевих збірних фрез

В останні роки було розроблено багато твердосплавних інструментів різної конструкції. Розглянемо основні конструкції торцевих фрез.

Повністю паяні торцеві фрези складаються з корпусу та припаяних до нього пластин. Незважаючи на високу твердість і достатню структурну простоту, повністю паяний інструмент ще не став досить популярним. В

основному вони використовуються для окремого виробництва а також у конструкціях фрез малих діаметрів до 100мм.

Збірні фрези з вставними ножами. Починаючи з діаметру 50 мм і більше, виготовлення таких фрез стає можливим. Торцеві фрези до 100 мм виготовляються з конічним хвостовиком, а більше 100 мм – виготовляються насадними.

Розглянемо конструкції торцевих фрез, які використовують різні способи встановлення твердосплавних пластин. Основним недоліком торцевих фрез з гвинтовим кріпленням є неможливість розміщення достатньої кількості пластин у корпусі, що знижує продуктивність.

Усі типи конструкцій інструменту розділяють на два основних типа: 1) монолітний; 2) збірний, який в свою чергу поділяється на інструмент з припаяними пластинами, та з механічним кріпленням.

Кожен тип конструкції має свої унікальні характеристики, які визначають сферу його застосування. Серед існуючих конструкцій універсальних торцевих фрез найбільшу популярність мають збірні, оскільки вони найбільш економічні в експлуатації.

1. Фреза збірна, оснащена п'ятигранними пластинами з твердого сплаву ГОСТ 22085-76 рис. 1.4

Фреза складається з корпусу, кільця, державок в яких запресований штифт та на яких вільно розміщені п'ятикутні пластини. Коли гвинт повертається, ніж рухається в осьовому напрямку, тим самим притискаючи пластину до нижньої поверхні корпусу.

Для полегшення складання пластини з пружиною попередньо встановлюються на корпус. Після зносу, пластину обертають навколо своєї вісі і незношена поверхня вводиться в експлуатацію. Коли ріжучі кромки повністю зношені, пластину замінюють.

Таку фрезу використовують в масовому та серійному виробництві підчас чистових операцій, її спеціальна конструкція для встановлення пластини

дозволяє швидко замінити пластини які зруйнувались або зтупились. Виготовлення такої фрези не є складним або дорогим.

Недоліком є те що через недостатню жорсткість його можна використовувати лише для чистової обробки. Це зменшує її функціонал.

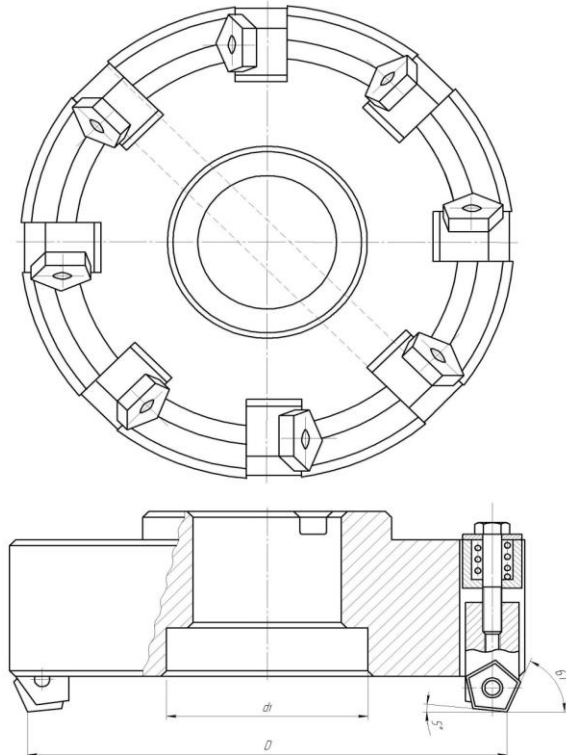


Рисунок 1.4 - Фреза збірна оснащена п'ятигранними твердосплавними пластинками ГОСТ 22085-76

2. Фреза торцева "ТЕКНИК" (Турція) Рис. 1.5

Фреза торцева, збірна з механічним кріпленням твердосплавних пластин призначена для торцевого фрезерування, оброблення пазів, карманів, не глибоких прямокутних виступів. Оскільки інструмент відповідає всім стандартам конструкції фрези, інструмент можна встановлювати на будь-якому фрезерному верстаті з ЧПУ.

Основною перевагою цієї конструкції фрези є її багатofункціональність: можливості оброблення сталей, легованих та жаростійких, нержавіючу сталь, чавун і кольорові метали, застосування її для чистової, напівчистої та чорнової обробки.

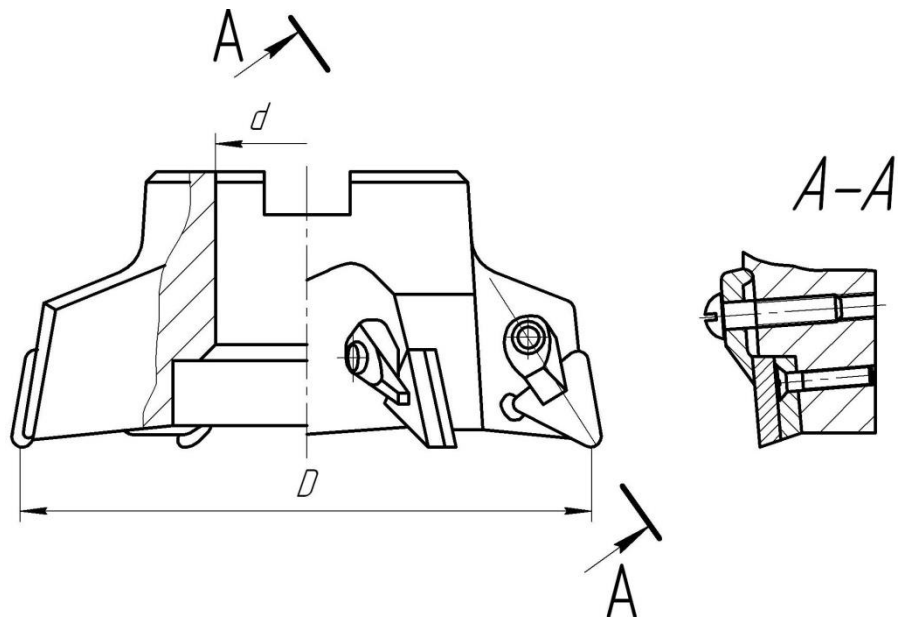


Рисунок 1.5 – Фреза торцева фірми “USAP” (Італія)

3. Фреза торцева фірми Korloy (рис. 1.6)

Ця конструкція торцевої фрези має прямокутні пластини, які кріпляться за допомогою гвинта по центру пластини.

Унікальна особливість цієї конструкції полягає в тому, що ці пластини розміщуються з позитивним кутом λ , що зменшує зусилля різання і дозволяє обробляти плоскі поверхні деталей чавуну та кольорових сплавів. Коли кут площини дорівнює 90° , також обробити прямокутні канавки.

Основним недоліком цієї конструкції є те, що корпус має фасонну форму, що ускладнює процес виготовлення. Більше того, кріпильні гвинти розташовані під кутом, що ускладнює процес заміни.

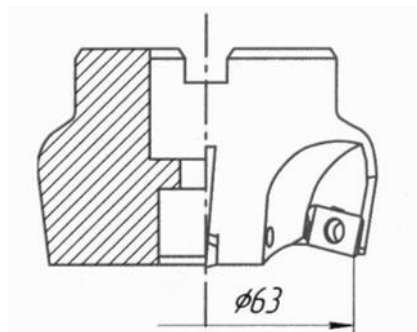


Рисунок 1.6 - Фреза фірми Korlou

4. Фреза торцева CoroMill 245 (рис. 1.7)

Фреза для роботи з високою швидкістю зняття металу і дзеркальної чистової обробки. Фреза має конструкцію з посиленими кутами для зменшення утворення задирок і викришування поверхонь деталі.

Переваги:

- Простота використання та висока продуктивність;
- Ненавантажене різання з невеликими потребами потужності;

Особливості:

- Торцева фреза з кутом в плані 45° ;
- Пластини з чотирма різальними кромками;
- Плавний процес обробки з низькими силами різання

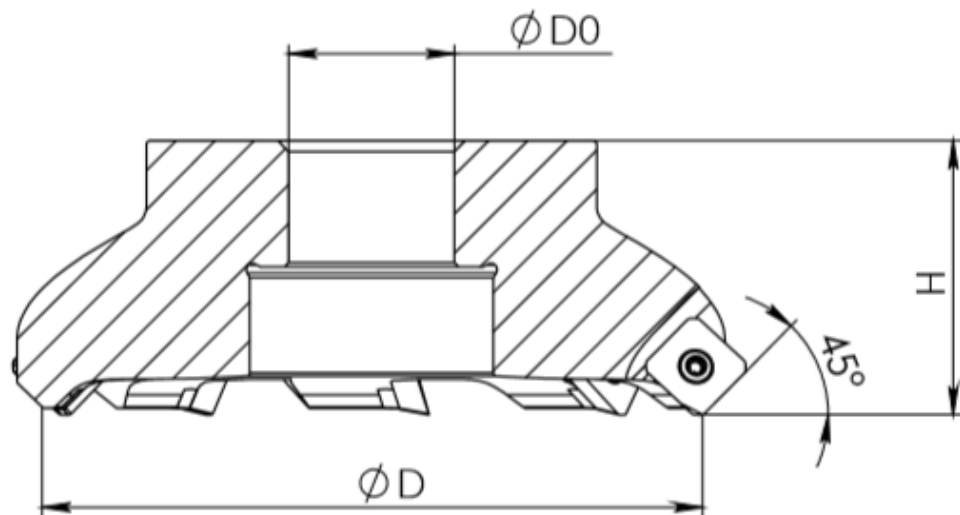


Рисунок 1.7 - Фреза торцева CoroMill 245

5. Торцева фреза CoroMill Century рис. 1.8

Торцева фреза для швидкісної обробки з низькими швидкостями різання, з алюмінієвим чи стальним корпусом для підвищення надійності обробки і зниження величин биття.

Переваги:

- Надійність під час високошвидкісної обробки завдяки конструкції корпусу фрези;
- Ефективний відвід стружки завдяки пришвидшеним потокам MOP;

- Просте регулювання розмірів в діапазоні 0.1 мм

Технічні особливості:

- Корпус з високолегованого алюмінієвого сплаву;
- Геометрія і сплави для обробки будь-якого матеріалу;
- Можливість використання пластин Wiper для чистової обробки;
- Конструкції зі змінними касетами для фрез великого діаметру.

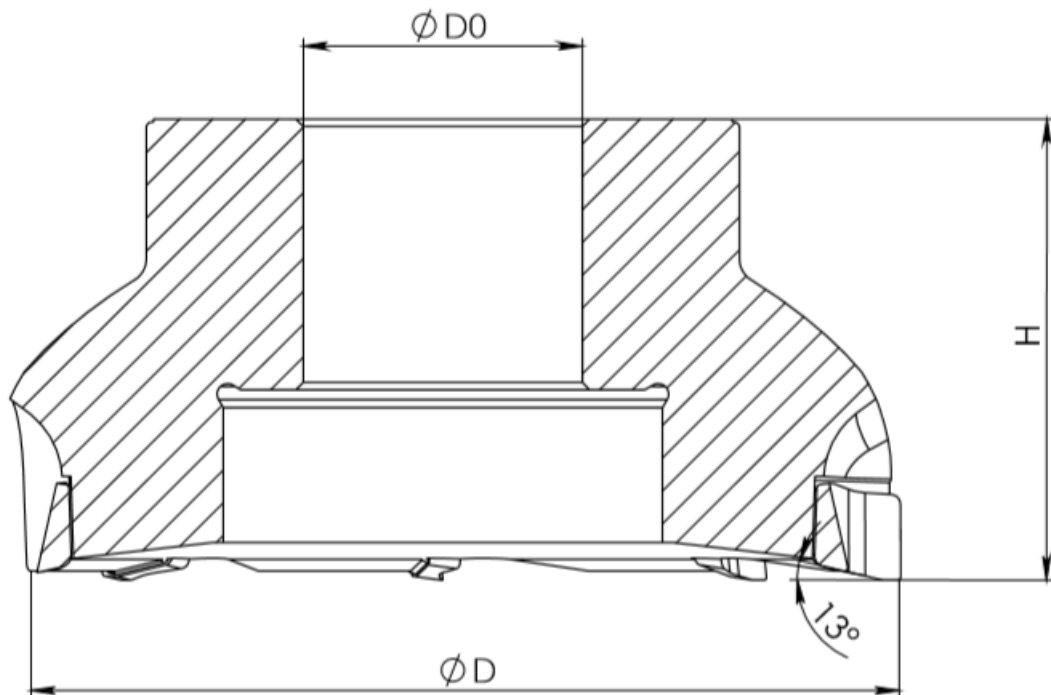


Рисунок 1.8 – Торцева фреза CoroMill Century

1.8 Вибір головного кута в плані

Основний кут у площині (KAPR) - це кут між головним ріжучим краєм пластини та оброблюваною поверхнею заготовки. Основний кут в площині впливатиме на товщину стружки, силу різання та стабільність інструменту.

Найпоширеніші кути - 90 градусів, 45 градусів і 10 градусів, а також типовий кут круглої пластини.

Фрези з головним кутом в плані 90 градусів (рис. 1.9)

Основне поле застосування інструменту з кутом 90 градусів - це обробка прямокутних уступів. Інструмент з кутом 90 градусів в основному створює

радіальні сили різання в напрямку подачі. Це означає, що оброблювана поверхня не буде зазнавати великих осьових навантажень, що має певні переваги при фрезеруванні нежорстких або тонкостінних заготовок, особливо у разі недостатньої жорсткості затискного пристрою. [2]

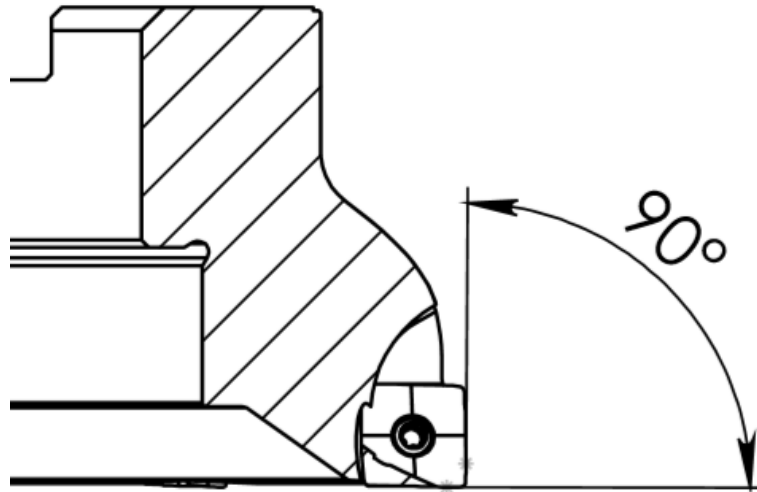


Рисунок 1.9 – фреза з кутом в плані 90

Фреза з головним кутом в плані 45 (рис. 1.10)

Фреза з кутом в плані 45 градусів - найпоширеніший вибір для торцевого фрезерування. Вони забезпечують хороший баланс радіальних і осьових сил різання, що знижує потреби в потужності машини. Фрези даного типу підходять, в першу чергу, для фрезерування матеріалів, що дають коротку стружку і схильних до викришування в разі впливу надмірних радіальних сил різання на поступово зменшується припуск в кінці різання. [2]

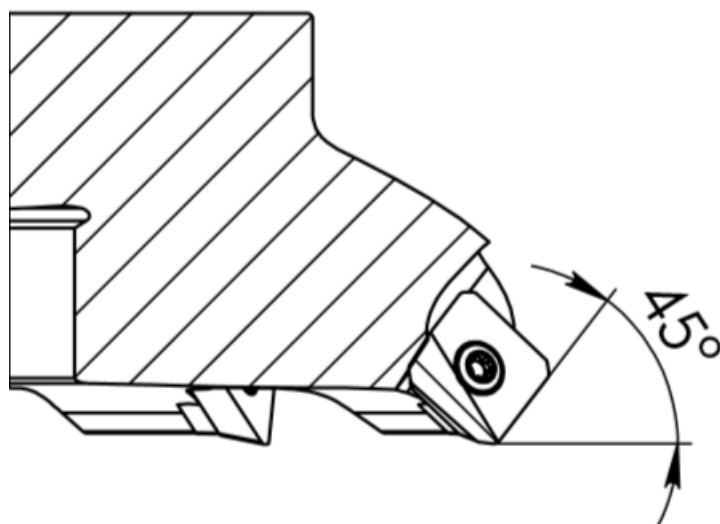


Рисунок 1.10 – фреза з кутом в плані 45

При використанні інструментів з довгим прольотом або коротких / нежорстких тримачів інструменту, плавне входження в розріз може зменшити віброчутливість. Більш тонкі чіпи допомагають підвищити продуктивність у багатьох операціях - завдяки його здатності збільшувати хвилинну подачу при збереженні помірного навантаження на ріжучу кромку. [2]

Фрези з головним кутом в плані 60-75 (рис. 1.11)

Цей тип фрези являє собою спеціальну торцеву фрезу, яку можна обробити на більшій глибині різання порівняно із фрезами загального призначення фрезами. Осьова сила різання нижча за кутовий інструмент під кутом 45 градусів, а сила ріжучої кромки вище, ніж кут у фрез з кутом 90 градусів. [2]

Фреза з кутом в плані 10 (рис. 1.12)

Фрези з кутом 10 градусів призначені для фрезерування з високою подачею і плунжерного фрезерування. При цьому утворюється тонка стружка, що дозволяє працювати з дуже високою подачею на зуб f_z при невеликій глибині різання i , відповідно, при максимальній хвилинній подачі v_f . [2]

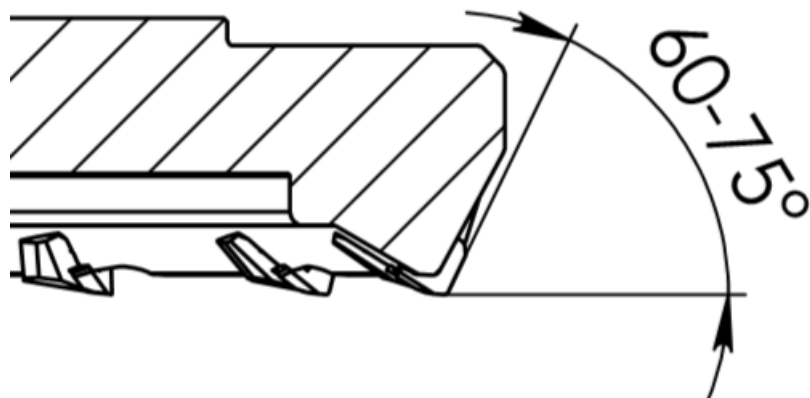


Рисунок 1.11 – фрези с кутом в плані 60-75

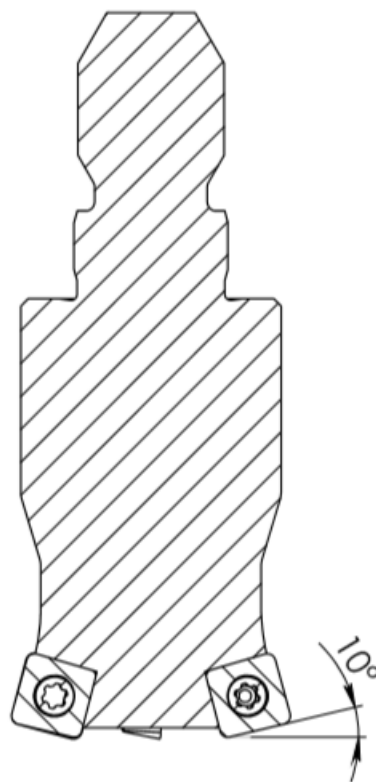


Рисунок 1.12 – Фреза з кутом в плані 10

Переважаючі осьові сили різання спрямовані до шпинделя і забезпечують його стабільність, що обмежує схильність до вібрації і дає певні переваги при використанні довгих і нежорстких збірок. [2]

Фрези даного типу демонструють високу ефективність при виконанні отворів на трьохкоординатної верстатах і плунжерних фрезеруванні вибірок, а також де потрібно інструмент зі збільшеним вильотом. [2]

Фреза з круглими пластинами (рис. 1.13)

Фрези з круглими пластинами є фрезами загального призначення і демонструють високу ефективність при виконанні чорнової обробки. Радіус верху забезпечує максимальну міцність ріжучої кромки, а оскільки стружка, що утворюється уздовж довшої ріжучої кромки, тонша, вони можуть працювати при більшій швидкості подачі мікроелементів. Зменшена товщина стружки дозволяє використовувати ці фрези для обробки титанових і жароміцних сплавів. [2]

У міру зміни глибини різання α_r змінюється головний кут в площині від нуля до 90 градусів, що, в свою чергу, змінює напрям сили різання вздовж радіуса ребра, а отже, і навантаження, що створюється в процесі фрезерування.

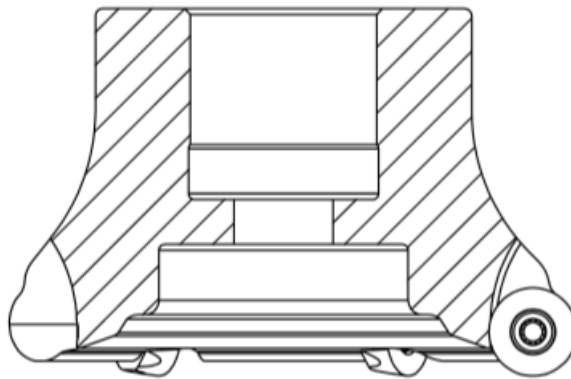


Рисунок 1.13 – фрези з круглими пластинами

1.9 Способи кріплення багатограних непереточуваних пластин з твердого сплаву

Фрези, які механічно фіксують багатосторонні неземні пластини, широко застосовуються в загальному обладнанні, машинах з цифровим програмним керуванням та гнучкими виробничими системами. У порівнянні з іншими розробленими фрезами вони забезпечують більшу стабільність та продуктивність, а також дозволяють використовувати різні інструментальні матеріали, тим самим зменшуючи назву фрези. За винятком зварювальних та

заточувальних робіт, ріжучі інструменти можуть бути зменшені та погано зварені сплави. [5]

Конструкції фрез зі змінними багатограними непереточувальні пластинами (ЗМІ) відрізняються великою різноманітністю, і багато яких з них нормалізовані і стандартизовані (рис. 1.14).

На рисунку 1.14(а), приведена фреза з кріпленням пластин 2 в гніздах корпусу 1. Кріплення здійснюється гвинтами 4 з конічною голівкою. Для запобігання корпусу від пошкоджень при поломці пластин часто використовують підкладки 3 з твердого сплаву або загартованої сталі, що мають форму, подібну формі ріжучих пластин. Фрези такого типу найбільш прості за конструкцією, компактні, мають мінімальне число деталей, але корпуси цих фрез складні у виготовленні. Серйозними недоліками цих фрез є небезпека механічного пошкодження корпусів в процесі експлуатації і підвищену биття різальних крайок, що викликається похибками виготовлення гнізд йод пластини. [5]

Іноді, з метою спрощення технології виготовлення фрез і підвищення точності положення ріжучої кромки, бази під пластини створюють на складові частини корпусу. Прикладом таких фрез є представлена на рисунку 1.14(б), фреза фірми Clarkson (Великобританія). Вона складається з корпусу 1 і опорного кільця. На кожному з яких є одна база під пластини 2. При цьому пластини кріплять клином 6 з диференціальним гвинтом 5, який ввертається не в корпус фрези, а в спеціальний вкладиш 4. [5]

Використання вкладишів для кріплення пластин показано також на рисунку 1.14(в), на прикладі фрези фірми Widia Kipp (Німеччина). Тут ріжучі пластини 4 кріпляться у вкладишах 2, що встановлюються в пазах корпусу 1 і закріплюються гвинтами 3. Виліт вкладишів уздовж осі заданий точно завдяки тому, що вони впираються в стінку кільцевого паза корпусу, одержуваного гострінням на прохід. Ріжучі пластини 4 спираються на дно гнізда під вкладиші, а в радіальному напрямку - на корпус фрези. [5]

Кріплення пластин проводиться клином 6 і гвинтом 7. Під ріжучі пластини встановлюються запобіжні пластини 5, що закріплюються гвинтами.

Таким чином, корпус виходить технологічним, а кріплення забезпечує мале биття ріжучої кромки. Використання вкладишів також дозволяє уникати пошкодження дорогого корпусу при поломці пластин і здійснювати їх швидку заміну. [5]

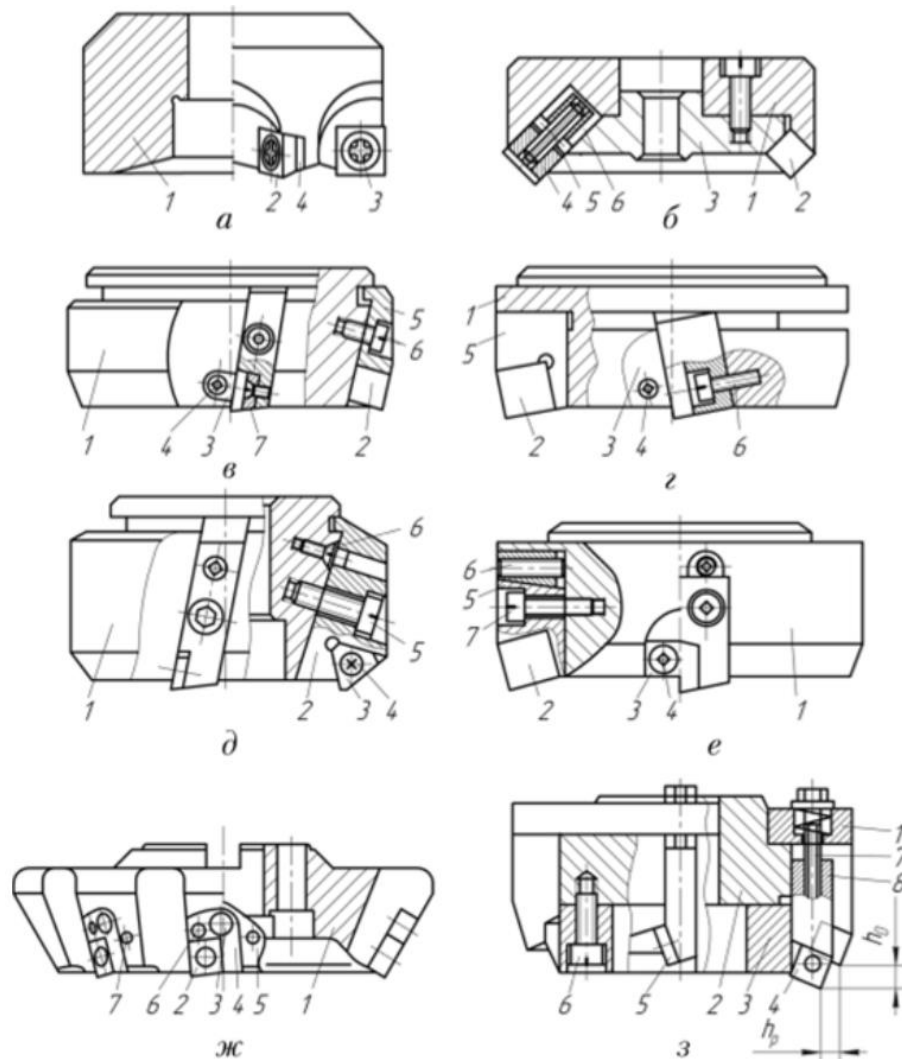


Рисунок 1.14 – Торцеві фрези оснащені ЗМП [5]

а – гвинтом і базою під пластини в корпусі фрези; б - з базами під пластини на складові частини корпусу; в - з вкладишами і двома базами; г - з вкладишами (касетами) і трьома базами у вкладишах; д - з вкладишами, регульованими гвинтом; е - з вкладишами, регульованими клином; ж - з тангенціальним кріпленням пластин; з - із ступінчастим

У цій конструкції використані вкладиші з двома базами під пластини: по опорній площині і однієї грані пластини. Створено також конструкції фрез з базуванням пластин у вкладиші за трьома площинах. Прикладом таких фрез є фрези фірми Sandvik Coromant (Швеція) (рисунок 1.14, г). Тут вкладиші (касети) в осьовому напрямку впираються в стінку кільцевого паза і кріпляться в корпусі 1 гвинтом 4. Ріжучі пластини 2 притискаються клином 6 за допомогою гвинта 5. [5]

При цьому в одному і тому ж корпусі фрези можуть встановлюватися вкладиші з гніздами під різні форми і розміри ріжучих пластин, в тому числі з різних інструментальних матеріалів, що спрощує ведення інструментального господарства. Такий метод конструювання фрез отримав назву модульно-касетного. Його особливо вигідно використовувати в умовах гнучкого автоматизованого виробництва, що характеризується швидкою змінністю номенклатури виробів і вимагає особливої мобільності в забезпеченні інструментальним оснащенням. [5]

Для забезпечення високої точності розташування ріжучої кромки щодо осі обертання фрези створений ряд конструкцій фрез з регулюванням в осьовому напрямку положення вкладишів в пазах корпусу за допомогою гвинтів або клинів, в результаті чого вдається довести торцеве биття до 0,005 мм. При цьому в залежності від діаметра фрези радіальне биття становить 0,05-0,10 мм, що досягається завдяки високій точності виконання корпусів фрез, касет і використання прецизійних пластин. [5]

Прикладом таких інструментів може служити фреза фірми Walter (Німеччина), представлена на рисунку 1.14,(д). Тут вкладиші 6, встановлені в пазах корпусу У, кріпляться гвинтами 3. Ріжучі тригранні пластини 5 кріплять гвинтами 4 через їх центральні отвори. У разі застосування цих фрез для чистової обробки використовують регулювальний гвинт 2, вісь циліндричної частини якого зміщена щодо осі кінцевого отвору в корпусі. [5]

Завдяки цьому при обертанні гвинта 2 відбувається переміщення вкладиша уздовж паза корпусу і тим самим регулюється положення різальних крайок пластин в осьовому і радіальному напрямках. [5]

Простий спосіб регулювання положень вкладишів за допомогою клинів показаний на прикладі фрези фірми Sandvik Coromant (Швеція) (рисунок 1.14, е). Тут кріплення пластин 4 здійснюється притисненням клина 3 гвинтом 2, а кріплення вкладиша до корпусу 1 - гвинтом 5. Зміщення вкладиша уздовж осі фрези регулюється за допомогою гвинта 7 і клина 6. [5]

Існують два різновиди торцевих фрез, оснащених ЗМІ: з тангенціальним (рисунок 1.14, ж) і ступінчастим розташуванням пластин (рисунок 1.9, з). Фрези з тангенціальним по відношенню до корпусу розташуванням пластин вперше були запропоновані фірмою Hertel (Німеччина). В результаті такого розташування пластин істотно збільшується їх міцність при ударному навантаженні. [5]

При цьому кріплення пластин 5 (див. рис. 1.14, ж) з отвором виробляється гвинтом 4 через вигнутий у вигляді важеля штифт. Для базування пластин 5 використовують вкладиші 2 і 3. Вкладиш 2 фіксують в гнізді корпусу 1 штифтом 6, вкладиш 3, регульований в осьовому напрямку, - гвинтом 7. Такі фрези дозволяють значно збільшити подачу, а отже, і продуктивність, але через зменшеної довжини ріжучих крайок вони придатні тільки для зняття невеликих припусків.

Таким же недоліком володіють і інші раніше наведені конструкції фрез, за винятком фрез, оснащених пластинами у формі паралелограма, найбільша сторона якого виступає в якості головної різальної крайки. [5]

Для фрезерування заготовок з великими припусками рекомендуються фрези зі ступінчастим уздовж осі розташуванням пластин, яке, як показала практика, забезпечує хороше розподіл припуску по ширині і безвібраційних роботу інструменту, що особливо важливо для фрез, оснащених твердосплавними пластинами. [5]

На рисунку 1.14(з), показана двоступенева фреза конструкції ВАТ «ВНІІНСТРУМЕНТ» (Росія), яка відрізняється тим, що у неї ріжучі пластини 4 і 7 розташовані на різних рівнях від торця. Пластини спираються на кільце 5 зовнішньої конічної ступінчастою форми, яке кріпиться гвинтами 8 на корпусі 6, що має такі ж пази. Таким чином, змінні пластини 4 і 7 виявляються зміщеними в радіальному і осьовому напрямках. Пластини притискаються до пазів в корпусі 6 і кільці 5 за допомогою гвинтів 2, ввертати в державки 3У на які вони встановлюються з посадкою на штифти. Гвинти 2 спираються на кільце, напесованими на корпус 6. [5]

1.10 Порівняння попутного і зустрічного фрезерування

Кожен раз, коли ріжуча кромка входить в різання, вона піддається ударного навантаження. Для успішного виконання фрезерування необхідно забезпечити належний контакт між різальною кромкою і оброблюваних матеріалом на вході і виході з різання. Під час фрезерування заготовка подається у напрямку обертання фрези або проти нього, що впливає на початок і кінець різання і вибір варіанту фрезерування - попутне або зустрічне. [3]

Попутне фрезерування рис. 1.15

При попутному фрезеруванні (фрезерування по подачі) напрямок подачі заготовки збігається з вектором швидкості різання.

Попутне фрезерування завжди є кращим методом, за умови, що верстат, заготівля і кріплення дозволяють його застосувати.

При попутному фрезеруванні периферією товщина стружки максимальна на вході в різання і поступово зменшується, досягаючи нуля на виході з різання. Це дозволяє уникнути затирання ріжучої кромки і вигладжування оброблюваної поверхні в початковий момент різання. [3]

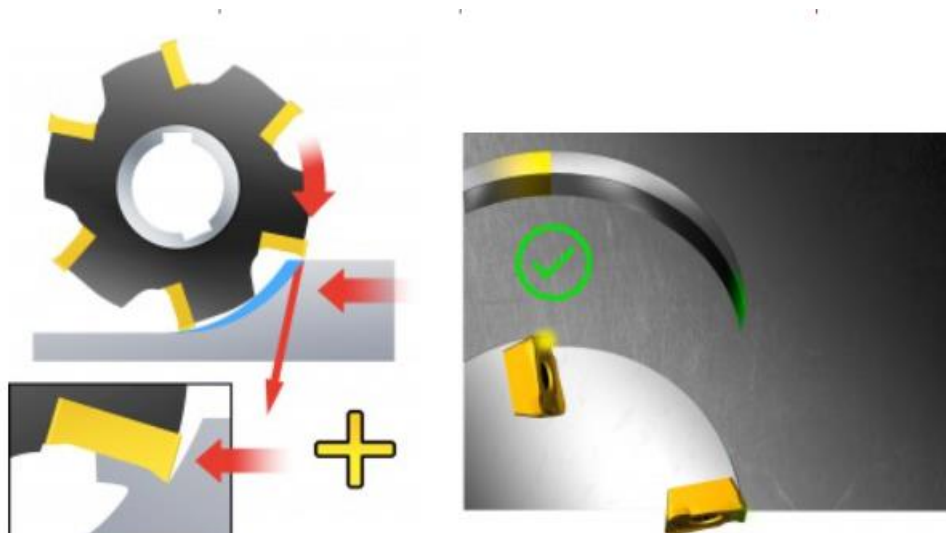


Рисунок 1.15 – Попутне фрезерування [3]

Велика товщина стружки дає певні переваги. Під дією сил різання фреза притискається до заготовки, завдяки чому ріжуча кромка знаходиться в постійному контакті з матеріалом.

Однак, так як фреза має тенденцію притискати заготовку, верстат повинен забезпечувати безззорний привід в механізмі подачі столу. Коли фреза втискається в заготовку, подача ненавмисно збільшується, що може викликати надмірне збільшення товщини стружки і пошкодження ріжучої кромки. У таких випадках слід розглянути можливість використання зустрічного фрезерування. [3]

Зустрічне фрезерування рис. 1.16

При зустрічному фрезеруванні (традиційне фрезерування) напрямок подачі заготовки протилежно швидкості різання.

Товщина стружки дорівнює нулю при вході в різання і поступово збільшується до виходу з різання. Ріжуча кромка повинна втискати в заготовку, створюючи ефект викочування за рахунок тертя, високої температури і - нерідко - контакту з поверхнево-зміцненої малюнок після попередньої ріжучої крайкою. Все це негативно впливає на стійкість інструменту. [3]

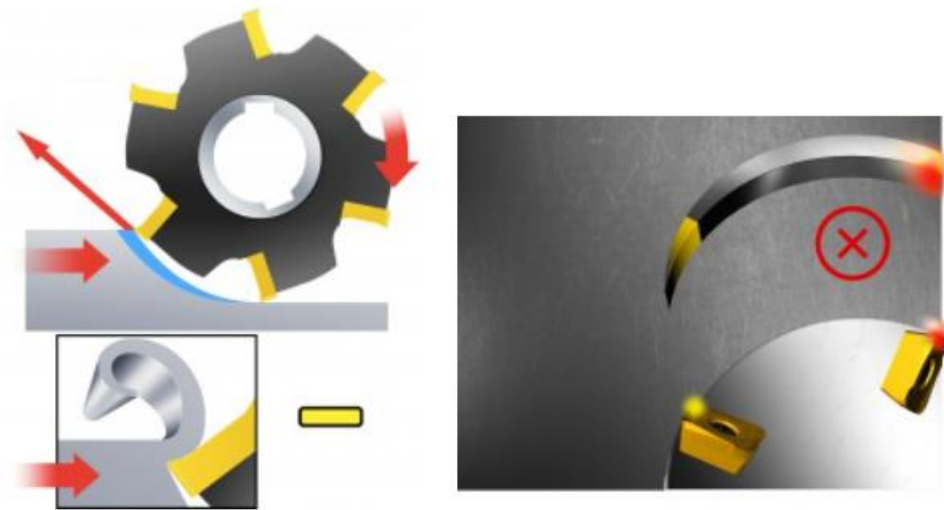


Рисунок 1.16 – Зустрічне фрезерування [3]

Велика товщина стружки і висока температура на виході з різання можуть викликати високі розтягують напруги, які негативно впливають на стійкість інструменту і часто ведуть до швидкої поломки різальних крайок. Крім цього, вони можуть викликати налипання або наварювання стружки на ріжучу кромку, в результаті чого вона залишиться на ріжучій кромці до початку наступного різання і викличе пошкодження кромки.

Під дією сил різання фреза і заготовка віджимаються один від одного, при цьому радіальні сили прагнуть відірвати заготовку від столу.

Зустрічне фрезерування може дати певні переваги при значних коливаннях припуску на обробку.

Також рекомендується використовувати зустрічну фрезерування при обробці жароміцних сплавів за допомогою керамічних пластин, так як кераміка чутлива до навантажень, що виникають при врізання. [3]

1.11 Вибір кроку фрези

Підбираючи оптимальну ефективну кількість зубів Z_c для конкретної операції, важливо враховувати крок зуба інструменту, тобто відстань між

ріжучими краями. Вибір правильного інтервалу різця має вирішальне значення, оскільки це впливає на стабільність, продуктивність та енергоспоживання.

Кількість зубів Z_n

Зі збільшенням кількості ріжучих кромок хвилинна подача збільшується, зберігаючи швидкість різання, і подача на зуб на тому ж рівні, а ріжучі кромки не перегріваються. [4]

Однак збільшення кількості зубів вплине на конструкцію інструменту. Скорочення відстані між пластинами означає, що простір для видалення стружки обмежений. У більшості випадків це визначає необхідність виготовлення інструментів з рівномірним кроком зуба. Потреба в потужності зазвичай є фактором, який обмежує кількість можливих зубів, які одночасно беруть участь у процесі різання.

Нерівномірний крок

Фрези з нерівномірним кроком характеризуються різною відстані між зубами по окружності. Такі фрези мають певні переваги, оскільки вони обмежують гармонічні коливання, що в свою чергу сприяє підвищенню стійкості та зменшенню ризику вібрації. [4]

Великий, нормальний і невеликий крок.

Як правило, існує три варіанти зубного кроку інструменту в залежності від умов використання: великий, нормальний і малий. У разі низького значення a_e застосовують млин з більш частим розташуванням зубів за умови хорошої стійкості. Це гарантує, що під час різання завжди бере участь більше одного зуба.

Переваги кожного з перелічених варіантів:

Фрези з великим кроком. Фрези з нерівномірним кроком і невеликою кількістю зубів. [4]

- Перший вибір для обробки в нестабільних умовах завдяки мінімальним силам різання;
- обмежена потужність;
- розширений асортимент інструментального оснащення;

- фрезерування в повний паз;
- матеріали, що дають довгу стружку, групи ISO N (велика кишеня для стружки).

Фрези з нормальним кроком. Фрези з рівномірним або нерівномірним кроком і середньою кількістю зубів. [4]

- перший вибір для чорнової обробки в стабільних умовах;
- хороша продуктивність;
- достатній простір для відводу стружки при чорновій обробці матеріалів ISO P, M і S.

Фрези з дрібним кроком. Фрези з рівномірним кроком і максимальною кількістю зубів. [4]

- перший вибір для збільшення продуктивності при низьких значеннях a_e - в процесі різання завжди бере участь більше одного зуба;
- чорнова і чистова обробка матеріалів ISO K;
- чорнова обробка матеріалів ISO S з використанням круглих пластин;

2. ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК ТОРЦЕВОЇ ФРЕЗИ

2.1 Вибір та обґрунтування матеріалу інструмента

Для того, щоб продуктивно обробляти конструкційні матеріали з різними характеристиками, потрібно використовувати різноманітні інструментальні матеріали. Твердість інструментального матеріалу повинна перевищувати твердість заготовки, і в той же час повинна мати певну в'язкість, тому що інструмент витримує великі сили, і ці сили зазвичай пульсуючі.

Відповідно до обробних матеріалів, способів різання, параметрів інструменту та інструментальних матеріалів для обробки алюмінію твердістю HB65 з перервною схемою різання використовується твердий справ ВК10, [7, с.116].

Області використання сплаву ВК10:

1. Напівчистове точіння при неперервному різанні вуглецевих та легованих сталей;
2. Чистове точіння під час переривчастого різання;
3. Нарізання нарізі токарними різцями;
4. Напівчистове і чистове фрезерування суцільних поверхонь

Швидкість різання для твердих сплавів може бути в 2-10 разів швидша за швидкість різання швидкорізальної сталі. Найпоширеніші методи отримання твердого сплаву – це пресування та спікання.

Розрізняють три групи твердих сплавів в залежності від складу:

1. Вольфрамові (ВК);
2. Титано-вольфрамові (ТК);
3. Титано-тантало-вольфрамові (ТТК).

Сплав групи ТК складається з карбіду вольфраму та зв'язувальної фази кобальта, що являє собою твердий розчин вольфраму та вуглецю в кобальті (склад зв'язку такий же, як і у сплавів групи ВК).

Даний сплав використовується для обробки алюмінію, напівчистої та чистої обробки при нерівномірному перетині зрізу та перервному різанні,

характеристика фізико-хімічних властивостей Н10 ГОСТ 3882-74 наведені в таблиці 3.1

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні властивості Н10

Сплав	Склад сплаву, %				Характеристика фізико-механічних властивостей		
	WC	TiC	TaC	Co	Межа міцності при згині σ_i , МПа (не менше)	Густина, $\times 10^{-3}$ кг/м ³ (г/см ³)	HRA (не менше)
Н10	79	15	-	6	1176	11,1-11,6	90

Для виготовлення корпусу фрези було взято конструктивну леговану сталь 40Х (ГОСТ 4543-90), хімічний склад якої наведені в таблиці 2.2. Дана сталь використовується для роботи з інтенсивними та переривистими динамічними навантаженнями. Після термообробки її властивості змінюються, в таблиці представлені властивості сталі 40Х після загартування, механічні властивості сталі наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.2 - Хімічний склад сталі 40Х

Хімічний елемент	%
Кремній (Si)	0,17-0,37
Марганець (Mn)	0,50-0,80
Мідь (Cu), не більше	0,30
Нікель (Ni), не більше	0,30
Сірка (S), не більше	0,035
Вуглець (C)	0,36-0,44
Фосфор (P), не більше	0,035
Хром (Cr)	0,80-1,10

Таблиця 2.3 - Механічні властивості сталі 40Х

Термообробка, стан поставки	Густина, ρ , КГ/СМ ³	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ, Дж/м ²
Пруток. Гартування 860 °С, мастило. Відпуск 500 °С, вода або мастило	7850	780	1000	10	45	59

2.2 Аналіз геометричних параметрів фрези

Для того щоб перетворити, обмежене інструментальної поверхнею, на робочій інструмент необхідно створити задовільні геометричні параметри на його ріжучій частині відповідно до умов праці. Задовільні значення геометричних параметрів – це такі значення інструменту які можуть забезпечити максимальну стабільність при певних режимах обробки.

З багатьох досліджень видно, що передній кут багато в чому залежить від характеру заготовки та матеріалу інструменту. Зі збільшенням міцності та твердості заготовки оптимальний передній кут буде зменшуватись, а міцність матеріалу інструменту – збільшуватиметься.

При обробці алюмінію, $\sigma_B = 200$ МПа, орієнтовно передній кут приймається $\gamma_m = 15^\circ$. Кут α – важливий елемент конструкції інструменту. Він використовується для зменшення тертя між тильною стороною інструменту та ріжучою поверхнею. Надмірне збільшення заднього кута призведе до зниження продуктивності, тепловіддачі та зменшення міцності різальних частин.

Оптимально кут α збільшується зі зменшенням товщини зрізу. При обробці твердих матеріалів з високою міцністю значення задніх кутів зменшується, а при обробці м'яких сплавів – збільшується. Для обробки алюмінію задній кут приймається $\alpha = 12-18^\circ$. Менші значення вибираються для чорнових, більші - для чистових операцій. Для обробки алюмінію приймаємо задній кут $\alpha_N = 13^\circ$.

Кут нахилу λ впливає на процес формування стружки, коефіцієнт прокції сили різання, рівномірності процесу різання та напрямок видалення стружки. Для різних інструментів рекомендоване значення кута нахилу ріжучої кромки λ знаходиться в межах від 0° до 45° - 60° . Для торцевих фрез рекомендований кут нахилу ріжучої кромки $\lambda = 30^\circ$ - 45° , оскільки кожен зуб поступово входить і поступово залишає контакт із заготовкою, що сприяє більш рівномірному фрезеруванню.

2.3 Проектування торцевої фрези

Завдання: спроектувати торцеву фрезу з вставними пластинами з твердого сплаву, для обробки площин.

Вихідні данні приведені в таблиці 2.4:

Таблиця 2.4 Вихідні данні

Розміри заготовки		Припуск h , мм	Параметри шорсткості, мкм	Оброблюваний матеріал		
L, мм	B, мм			марка	Міцність σ_B , МПа	Твердість HB
105	84	2	Ra 2.5	AK5M2Ц4	150	70

Порядок проектування

1. Визначити номінальний зовнішній діаметр фрези D (діаметр вершини зубів) і діаметр посадкового отвору d .

Зовнішній діаметр фрези $D = (1.2 \dots 1.5) \cdot B$,

де B – ширина оброблюваної поверхні, мм.

$$D = 1.48 \cdot 84 = 125 \text{ мм.}$$

Отримане значення зовнішнього діаметра D округлити до найближчого зі стандартного ряду, потім вибрати посадковий діаметр d .

Приймаємо: $D = 125$ мм;

$d = 50$ мм;

число зубів $Z = 6$.

2. Встановити число зубів Z за формулою:

$$Z = K_Z \cdot D,$$

де $K_Z = 0.04 \dots 0.06$ – для обробки сталі, $K_Z = 0,05$.

$$Z = 0,05 \cdot 125 = 6.$$

Значення Z округлити до парного числа і порівняти з табличним.

Обране число зубів Z перевірити за умовою рівномірності фрезерування (симетричного):

$$Z = 360 \cdot \xi / \psi,$$

де $\xi \geq 2$ – коефіцієнт рівномірності фрезерування – 3;

ψ – кут контакту фрези з заготовкою.

$$\psi = 2 \arcsin \frac{\frac{B}{2}}{\frac{D}{2}},$$

$$\psi = 2 \arcsin \frac{\frac{84}{2}}{\frac{125}{2}} = 85.$$

3. Вибрати марку твердого сплаву пластини, подачу на зуб S_Z і швидкість різання V .

Вибираємо марку твердого сплаву пластини – ВК10;

Подачу на зуб $S_Z = 0,1$ мм/зуб;

Швидкість різання $V = 120$ мм/мин. [8.с.352, табл.9.13]

4. Визначити потужність різання, частоту обертання шпинделя верстата і хвилинну подачу.

4.1 Ефективна потужність різання, кВт,

$$N_{\text{э}} = E \cdot V \cdot t \cdot Z \cdot K_M / 1000,$$

де E – величина, враховує вплив подачі і співвідношення D/B – 1,4;

t – глибина різання (припуск на обробку) – 2;

K_M – коефіцієнт, що враховує вплив механічних властивостей оброблюваного матеріалу – 1,3.

$$N_{\text{э}} = \frac{1,4 \cdot 120 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 1,3}{1000} = 2,6 \text{ кВт.}$$

Потужність привода головного руху фрезерного станка

$$N_p = \frac{1,15 \cdot N_3}{K \cdot \eta},$$

де $K = 1,3 \dots 1,5$ - коефіцієнт, що допускає короткочасне перевантаження верстата;

η – ККД верстата – 0,75.

$$N_p = \frac{1,15 \cdot 2,6}{1,4 \cdot 0,75} = 2,8.$$

4.2 Визначити фактичне необхідне число оборотів (частоту обертання) шпинделя, хв^{-1} :

$$n_\Phi = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 125} = 305 \text{ об/мин}^{-1}.$$

4.3 Розрахувати фактичну хвилинну подачу $S_{\text{хв}}$:

$$S_{\text{хв}} = S_Z \cdot Z \cdot n_\Phi = 0,1 \cdot 10 \cdot 191 = 183 \text{ мм/мин.}$$

5. Вибрати модель фрезерного станка в залежності від N_p і встановити номер конуса його шпинделя (7:24).

Вибираємо модель фрезерного станка – HAAS VF-3, $N_{\text{ст}} = 15$, з номером конуса 50 (7:24).

Зіставити розрахункові значення N_p , n_Φ з характеристиками верстата $n_{\text{см}}, n_{\text{мах}}$.

$$N_p \leq N_{\text{ст}}; n_\Phi \leq n_{\text{мах}}$$

$$2,8 \leq 15; 305 \leq 1250$$

6. Вибрати в залежності від оброблюваного матеріалу рекомендовані значення головного і допоміжного кутів [8.с.347-350]

Приймаємо головний кут $\varphi^0 = 90^\circ$, допоміжний кут в плані $\varphi_1 = 5^\circ$.

7. Визначаємо кількість граней пластини:

$$n = \frac{360}{\varphi_{\text{табл}} + \varphi_{1 \text{ табл}}} = \frac{360}{(90 + 5)} = 3,78.$$

В торцевій фрезі загального призначення $n = 4-6$.

Таблиця 2.5 – Рекомендовані параметри головних кутів для торцевих фрез оснащеними твердосплавними пластинами.

Оброблюваний матеріал		α^0 и α_1^0		λ^0	φ^0	φ_1^0	γ^0
		$S_Z \leq 0,25$	$S_Z > 0,25$				
Алюміній	$\sigma_B = 150$	12-16	6-8	0	45-90	5	8

Для прийнятого числа граней n визначаємо кут при вершині пластини:

$$\varepsilon = 180(n - 2)/n = \frac{180(4 - 2)}{4} = 90^\circ,$$

і встановлюємо остаточне значення кута в плані:

$$\varphi = 180^\circ - \varepsilon - \varphi_1 = 180 - 90 - 5 = 85^\circ.$$

8. Вибрати форму і розміри твердосплавних пластини в залежності від числа граней глибини різання t і кутів, а також вказати її позначення.

Вибираємо марку твердого сплаву – по ГОСТ 3882-74.

Вибираємо форму і розміри твердосплавної пластини – по ГОСТ 1905280.

Вибираємо позначення твердосплавної пластини по ГОСТ 19042-80.

Обираємо [1, стр.135, таб. 4.13] пластину п'ятигранної форми класу допуску U з отвором і стружколомними канавками для торцевих фрез, з довжиною ріжучої кромки $l = 12,7$ мм, товщиною пластини $S = 4,76$ мм і радіусом при вершині $r = 0,8$ мм зі сплаву BK10.

8.1 Форма пластини – пластина квадратної форми з отвором для прохідних різців та торцевих фрез.

Позначення пластини 03114-120408 ГОСТ 19052-80. Буквене позначення – SNUM.

3-форма пластини,

1-задній кут,

1-класифікація пластини,

4-конструктивні особливості (стружколом),

12-довжина ріжучої кромки,
04-товщина пластини,
08-радіус при вершині.

Основні параметри змінних пластин п'ятигранної форми. [8, стор. 141, таб. 4.15]:

Довжина ріжучої кромки l -12,7мм;

Товщина пластини S -4,76мм;

Радіус при вершині r -0,8мм;

Діаметр отвору d1 -5,16;

m -2,301.

8.2 Стандартні квадратні пластини виготовляються з кутом $\alpha = 4$ (задний угол)и $\gamma = 0; 20^\circ$.

Для досягнення виконуємих умов – рівності допускається відхилення кутів α, α_1, γ на $\pm 2^\circ$, а λ на $\pm 5^\circ$ від рекомендованих значень ($\alpha = 12 - 16^\circ, \alpha_1 = 12 - 16^\circ, \lambda = 0, \gamma = 8^\circ$). Приймаємо ($\alpha = 15^\circ, \alpha_1 = 15^\circ, \lambda = 0^\circ, \gamma = 8^\circ$).

$$\alpha_{\text{и}} + \gamma_{\text{и}} \cong \alpha + \gamma;$$

$$4 + 20 \cong 15 + 8;$$

$$24 \cong 24;$$

$$\alpha_1 + \alpha_{\text{и}} \cong \frac{\lambda}{\cos (\varepsilon - 90^\circ)};$$

$$15 - 4 \cong \frac{8}{\cos (90 - 90^\circ)};$$

$$11 \cong 8.$$

8.3 Клас допуску пластини встановлюємо по [8, с. 127, табл. 4.13] U або 1.

8.4 Конструктивні особливості по [8, с.1 27, табл. 4.13] - наявність стружколомаючих канавок і отвори - код 3.

8.5 Довжина ріжучої кромки – 12,7 мм [8, с. 127, табл. 4.13].

8.6 Товщина пластини S - 4,76 мм [8, с. 127, табл. 4.13].

8.7 Радіус при вершині r - 0,8 мм [8, с. 127, табл. 4.13].

9. Визначити кутові параметри опорної площини пластини в корпусі фрези:

- кути нахилу опорної пластини в нормальній і головній січній площинах:

$$\mu_H = \alpha_H - \arctg\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\lambda}\right) = 4 - \arctg\left(\frac{\operatorname{tg}15}{\cos 0}\right) = 4 - \arctg\left(\frac{0,268}{1}\right) \approx -70^\circ;$$

$$\operatorname{tg}\mu = \left(\frac{\operatorname{tg}\mu_H}{\cos\lambda}\right) = \left(\frac{\operatorname{tg}(-70)}{\cos 1}\right) = \left(\frac{-2,75}{1}\right) = -2,75;$$

- осьової і торцевої кути опорної площини:

$$\operatorname{tg}\mu_x = \operatorname{tg}\mu \cos\varphi - \operatorname{tg}\lambda \sin\varphi = -2,75 \cdot 0,087 - 0 \cdot 0,99 = -0,24;$$

$$\operatorname{tg}\mu_t = \operatorname{tg}\mu \sin\varphi - \operatorname{tg}\lambda \cos\varphi = -2,75 \cdot 0,99 - 0 \cdot 0,087 = -2,72;$$

- кут нахилу опорної площини ω :

$$\operatorname{tg}\omega = \operatorname{tg}\mu_x - \cos\mu_t = -0,24 \cdot 0,34 = -0,08.$$

10. Розрахунок переднього кута γ :

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{\operatorname{tg}(\mu_H + \gamma_H)}{\cos\lambda} = \frac{\operatorname{tg}(-70 + 20)}{\cos 0} = 1,19.$$

11. Розрахунок допоміжного заднього кута α_1 :

- інструментальний головний φ_i і допоміжний φ_{1i} і кути в плані, необхідні для виготовлення паза під пластину в опорній площині:

$$\sin\varphi_i = \frac{\sin\varphi \cdot \cos\lambda}{\cos\omega};$$

$$\sin\varphi_i = \frac{\sin 85 \cdot \cos 0}{\cos \omega} = \frac{0,99 \cdot 1}{0,72} = 1,375;$$

$$\varphi_{1i} = 180^\circ - \varphi_i - \varepsilon = 180 - 85 - 90 = 5^\circ;$$

- точне значення допоміжного кута в плані φ_{1i} :

$$\operatorname{tg}\varphi_{1i} = \frac{\operatorname{tg}\varphi_{1H} \cdot \cos\omega}{\cos\mu_t} = \frac{\operatorname{tg}5 \cdot 0,95}{1} = 0,083;$$

- кут нахилу допоміжної ріжучої кромки λ_1 :

$$\operatorname{tg}\lambda_1 = \operatorname{tg}\mu_x \cdot \sin\varphi_1 - \operatorname{tg}\mu_t \cdot \cos\varphi_1;$$

$$\operatorname{tg}\lambda_1 = -0,24 \cdot \sin 5 - (-2,72) \cdot \cos 5 = 2,6;$$

- допоміжний задній кут α_1 :

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \cos\lambda_1 \operatorname{tg}\{\alpha_H - \arctg[(\operatorname{tg}\mu_x \cos\varphi_1 - \operatorname{tg}\mu_t \sin\varphi_1) \cos\lambda_1]\};$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = 0,997 \operatorname{tg}\{0 - \operatorname{arctg}[(-0,331 \cdot \cos 5 - (-0,101 \cdot \sin 5) \cdot 0,997)]\} 0,997 \operatorname{tg}\{0 - \operatorname{arctg}[(-0,331 \cdot 0,996 - (-0,101 \cdot 0,087) \cdot 0,997)]\} = 0,318.$$

Порівняємо знайдені значення γ і α_1 з рекомендованими табличними:

Таблиця 2.6

Кут	Табличне значення	Розраховане значення
γ	8°	5°
α_1	15°	17°

Основні розміри фрези приведені в таблиці 2.7

Таблиця 2.7

D(J _S 16)	D (H7)	d ₂	d ₃	B (H11)	l ₁	H (±0,15)
125	40	56	71	18,4	32	63

Матеріал: Сталь 40Х ГОСТ 1050-88.

2.4 Визначення установчих параметрів для проектування паза під пластину

Визначимо графічно поздовжні та поперечні передні кути на головній різальній кромці зуба фрези. Відомими будемо вважати передній у і задній а кути, вимірювані в головній січній площині, кут нахилу різальної кромки Я, кут у плані.

Згідно з заданими геометричними параметрами, зображуємо різальну частину зуба (рис. 3.4).

Передні у і задні а кути в дійсну величину проектується на площину 5, яка проходить перпендикулярно проекції різальної кромки на основну площину Н. Кут нахилу різальної кромки Я проектується в дійсну величину на площину Q, яка паралельна різальній кромці і перпендикулярна основній площині Н.

Визначення кутів нахилу паза в січних площинах, з урахуванням кутів пластини

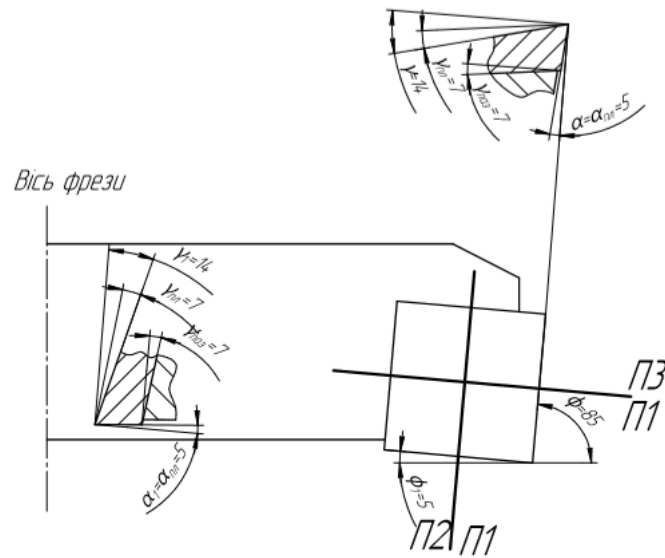


Рисунок 3.4а – визначення кутів нахилу паза в січних площинах

Графічне визначення установчих параметрів для фрезерування паза від пластину

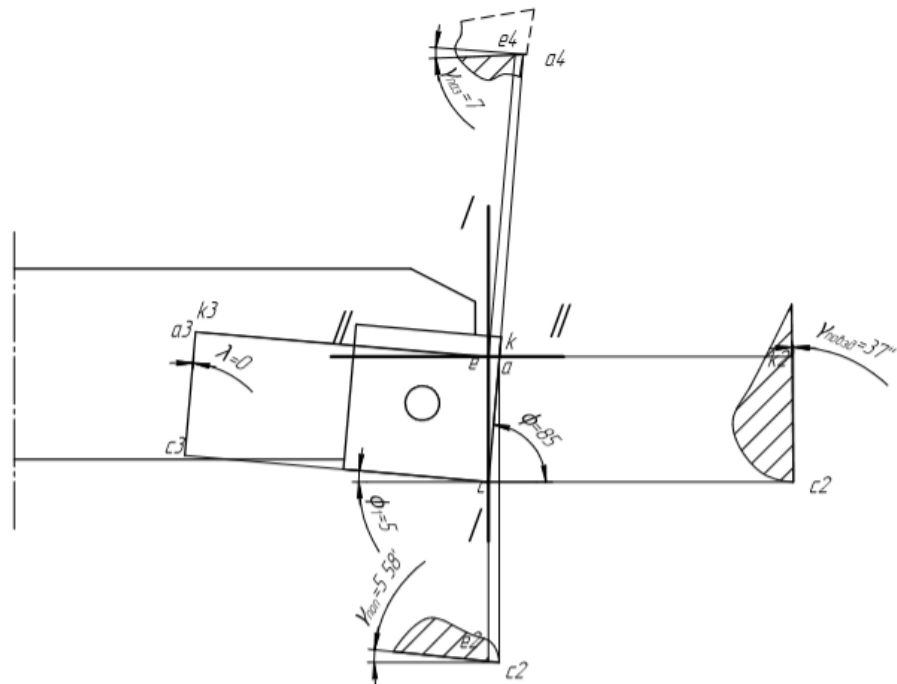


Рисунок 3.4б – графічне зображення установчих параметрів

Кут у плані в дійсну величину проектується на основну площину Н.

Щоб визначити передній і задній поздовжні кути, проведемо поздовжній переріз 1-І, який проходить паралельно площині V. Таким чином, в проекції на

площину V кути α та β будуть зображені в дійсній величині. Переріз 1-І перетинається з різальною кромкою в точці C , проекції якої в системі H/Q будуть c та q . Використовуючи правило заміни площин проекцій, знаходиться проекція точки C на площину V . Твірна задньої площини AB , проекція якої в системі H/S буде ab , перетинається з перерізом 1-І в точці B . Проекція точки B на площину V буде b_1 . Вона в системі H/V знаходиться за відомими проекціями b та v точки B в системі H/S за правилом заміни площини проекцій.

Твірна AE передньої площини, проекції якої в системі H/S будуть ae та av перетинається з перерізом 1-І в точці E . Проекція точки E на площину V буде u в системі H/V вона знаходиться за правилом заміни площин проекцій, за відомими проекціями e в системі H/S . Прямі s_{H1} та s_V і визначають величини передніх α та β і задніх кутів $\alpha_{\text{пв}}$ на різальній частині фрези.

Через точку 5, розташовану на задній площині, проведено також поперечний переріз II-II, який проходить паралельно площині проекцій W , у системі площин проекцій H/Q міститься точка K (її проекції k та q_2), в якій різальна кромка перетинається з перерізом II-II. Таким чином, знаходиться пряма KB_9 яка є лінією перетину перерізу II-II і задньої площини зуба фрези. Проекція лінії KB на площину W визначається за правилом заміни площин проекцій. В проекції на площину W положення лінії L_p визначає величину поперечного переднього кута $\gamma_{\text{попер.}}$.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФРЕЗИ ЗБІРНОЇ ТОРЦЕВОЇ

3.1 Технологія виготовлення корпусу торцевої фрези

Частина виробничого процесу, включаючи дії щодо зміни та згодом визначення стану виробничого об'єкта, називається технологічним процесом. Ріжучий інструмент виготовляють поступовою зміною форми заготовок в процесі їх обробки на різноманітних метало ріжучих верстатах.

Технологічний процес зборки представляє собою частину виробничого процесу, безпосередньо пов'язану з послідовним з'єднанням деталей в складальні одиниці (проміжна зборка), з'єднання складальних одиниць та окремих деталей в готовий виріб (загальна зборка). Отже, технологічним процесом називається сукупність дій, які проводять над заготовкою для перетворення її в готовий виріб з ціллю надання виробу розмірів, форми та механічних властивостей згідно робочому кресленню та технічним умовам [9.с 5-6].

В технології виготовлення металорізального інструменту є специфічні особливості, пов'язані з застосуванням дорогих та дефіцитних інструментальних матеріалів, з обробкою заготовок високої твердості та міцності, з обробкою складних поверхонь, з високими вимогами до точності розмірів, геометричній формі та шорсткості поверхні, з особливо високими вимогами до фізико-механічних властивостей матеріалу готового метало ріжучого інструменту [9.с 5].

Технічні вимоги до виготовлення торцевої збірної фрези встановлює ГОСТ 26595-85.

3.2 Базових технологічний процес виготовлення торцевої збірної фрези

Базовий технологічний процес виготовлення корпусу збірної торцевої фрези [10.с 45-48], (таблиця 3.1) складається з наступних основних операцій:

Таблиця 3.1 - Базовий технологічний процес виготовлення інструменту

№	Назва операції	Обладнання. Пристосування. Інструмент
005	Відрізка заготовки	Відрізний верстат. Лещата верстатні. Пилка дискова
010	Токарно-револьверна підрізка торця; свердління отвору; зенкування отвору; обточування по зовнішньому діаметру; зняття фаски по зовнішньому діаметру розточування канавки з виточки розточування отвору зняття фаски по отвору; зняття фаски по виточці; розвертування отвору	Револьверний верстат 1П365 Трикулачковий патрон. Різець підрізний. Свердла спіральні; зенкер, різці прохідний відігнутий, канавочний, розточний, фасонний;розвертканасадна, оправка, калібр
015	Токарна Обточування по зовнішньому діаметру залиш- кової частини; підрізання другого торця і ступиці; зняття фаски .	Токарний верстат 16K20. Трикулачковий патрон. Різець відігнутий

Продовження таблиці 3.1

№	Назва операції	Обладнання. Пристосування. Інструмент
020	Токарна Кінцеве обточування по зовнішньому діаметру; підрізка торця; зняття фаски по зовнішньому діаметру з другого боку	Токарний верстат 1К62. Оправка. Різець прохідний відігнутий; різець фасонний
025	Фрезерна Фрезерування торцевого шпонкового пазу	Горизонтально-фрезерний верстат 6К82. Дисків тристороння фреза
030	Розмітка під фрезерування першого пазу	Призма
035	Фрезерування прямих пазів для ножів під кутом 10 °	Універсально-фрезерувальний верстат 6В-1М. Автоматизована ділильна головка. Фреза пазова.
040	Фрезерування клинових пазів для ножів під кутом 5	Універсально-фрезерний версат 6К12. Автоматизована ділильна головка. Фреза дискова тристороння.
045	Фрезерування стружкових каналів	Універсально-фрезерний версат 6К12. Автоматизована ділильна головка. Фреза дискова радіусна.
050	Протягування і рифлення пазів для ножів	Протяжний верстат 7В1. Пристосування. Протяжка з рифленням. Спеціальний калібр
055	Клеймування корпусу	Прес. Клейма
060	Термообробка	

065	Шліфувальна Шліфування отвору; шліфування торцю ступиці, шліфування торцьової виточки	Внутрішньо-шліфувальний верстат 3А227. Трикулачковий патрон. Шліфувальні круги. Калібр.
№	Назва операції	Обладнання. Пристосування. Інструмент
070	Складання корпуса з ножами. Укорочення двох ножів, які лежать напроти паза.	Верстат. Прес
075	Шліфувальна Шліфування ножів по діаметру; Шліфування торців ножів; Шліфування фаски на ножах	Круглошліфувальний верстат 3У131М. Оправка, шліфувальний круг.
080	Заточка Загострення задньої поверхні ножів по зовнішньому діаметру	Універсаль-загострювальний верстат MF256А. Центрові бабки, упор. Шліфувальний круг
085	Заточка Загострення задньої поверхні ножів по торцю	Універсально-загострювальний верстат MF256А. Поворотна головка, упор, оправка. Шліфувальний круг.
090	Заточка Загострення задньої поверхні ножів по передній кромці	Універсально-загострювальний верстат MF256А. Поворотна головка, упор, оправка. Шліфувальний круг

3.3 Аналіз базового технологічного процесу

Базовий технологічний процес було розроблено для виготовлення торцевої збірної фрези з вставними ножами і для масового виробництва. Тому він лише частково задовольняє технологічний процес виготовлення збірної торцевої фрези з механічним кріпленням пластин.

Технологічний процес був перероблений від сучасні вимоги, тобто зменшення кількості операцій і швидше виготовлення. Зменшення кількості операцій дало змогу виготовляти інструмент більш точно за рахунок виключення фактору похибки встановлення деталі на верстаті. Крім того технологічний процес перероблений під верстат з ЧПК, який в свою чергу дає нашому виробу необхідну точність та якість.

Негативною стороною такого технічного процесу є те що значно збільшиться собівартість такого виробу.

3.4 Вибір методу отримання заготовки

Розробку технологічного процесу виготовлення корпусу фрези розпочинаємо з вибору заготовки.

Вибрати заготовку означає: вибрати спосіб одержання (литво, штампування, зварювання, заготовка з прокату), розрахувати або підібрати за таблицями припуски на механічну обробку усіх поверхонь, вказати допуски на виготовлення заготовки, визначити технологічні напуски (нахили, радіуси округлень тощо), та виконати креслення заготовки згідно стандарту ЕСКД.

На вибір заготовки впливають: матеріал інструменту, тип виробництва, технічні вимоги на виготовлення інструменту, конфігурація інструменту, габаритні розміри. У відповідності з вимогами креслення і в результаті аналізу конструкції торцевої фрези приходимо до висновку, що можна використати заготовку отриману прокатом круглого перерізу з прутка гарячекатаної сталі.

Найбільш поширеним методом отримання заготовок з сортового прокату є різка зрушенням на ножицях або на універсальних пресах в штампах. Різка на ножицях застосовується переважно для заготовок порівняно невеликого і

середнього діаметра. Цей спосіб різання майже не дає відходів. Однак при такому технологічному процесі заготовка, відрізається механічними ножицями, виходить ексцентричної, з деформованими краями і нерівномірним твердістю. У зв'язку з цим заготовки з високовуглецевих і легованих сталей доводиться додатково карбувати, калібрувати або обжимати. [15].

3.5 Розрахунок припусків на зовнішню обробку

Розрахунок припусків на механічну обробку зовнішньої поверхні корпусу фрези розмір Ø125 h7 ведемо шляхом складання таблиці, в яку записуємо технологічну послідовність оброблення і всі значення елементів припусків [2,с59-92] . Заготовку для фрези одержуємо з гарячекатаного прокату, матеріал заготовки — сталь 40Х ДСТУ 4543-80.

Розрахунок припусків.

Припуск на чорнове точіння визначається по формулі:

$$2Z(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{ei-1})_{1min}$$

де R_{zi-1} – висота шорсткості заготовки, мкм;

$$R_{zi-1} = 150 \text{ мкм};$$

h_{i-1} – глибина дефектного шару заготовки, мкм;

$$h_{i-1} = 250 \text{ мкм};$$

Δ_{ei-1} – просторове відхилення, мкм;

$$\Delta_{ei-1} = 192 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1min} = 2(200+300+192) = 1384 \text{ мкм};$$

При чистовому точінні припуск дорівнює:

$$2Z_{2min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{ei-1})$$

$$\Delta_{ei-1} = 9,6 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2min} = 2(150+150+9,6) = 781 \text{ мкм};$$

Загальний припуск на обробку:

$$2Z_{заг (min)} = 2Z_{1min} + 2Z_{2min} = 1384+781=2165 \text{ мкм}$$

3.6 Розрахунок режимів різання

Цей метод заснований на використанні емпіричних формул, отриманих в результаті експериментів. Ці залежності дозволяють розраховувати основні параметри, що характеризують процес різання для різних умов різання. При визначенні режимів різання необхідно дотримуватися певного порядку. Крім того, при виборі та розрахунку способу обробки необхідно враховувати розміри ріжучого інструменту, матеріал ріжучої частини, матеріал та стан заготовки, обладнання, та його стан.

Режими різання при операції 015

Токарно-револьверний верстат 1А341

Для чорнового точіння:

Визначаємо глибину різання для чорнового точіння: $t_{\text{чорн}} = 2 \text{ мм}$,

Назначаємо подачу $S = 0,8 \text{ мм/об.}$; [6.с.267,табл.12],

Визначаємо швидкість різання [6.с.265]:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t x} \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де: $C_v = 340$, $x = 0,15$, $y = 0,45$, $m = 0,20$;

T – середнє значення стійкості,

$T = 60 \text{ хв}$;

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{pv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi_1 v} \cdot K_{rv}$;

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_T(750/\sigma_B)^{nv} = 1,2(750/655)^{1.75} = 1,52$;

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

$K_{pv} = 0,8$; $K_{\phi v} = 0,7$; $K_{\phi_1 v} = 1,0$; $K_{rv} = 1,0$;

Тоді: $V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,52 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 127,44 \text{ м/хв.}$

Визначаємо число обертів за формулою:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = 324,69 \text{ хв}^{-1}$$

$n = 400 \text{ об./хв.}$

Тоді:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 125 \cdot 400}{1000} = 157 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо силу різання:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p$$

де C_p , x , y , n визначаємо з [6.с.273,табл.22],

K_p – коефіцієнт, враховуючий фактичні умови різання, визначаємо за [6.с.264,275,табл.9,23],

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0.8^{0.75} \cdot 157^{-0.15} \cdot 1.99 = 473,08 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2^{0.9} \cdot 0.8^{0.6} \cdot 157^{-0.3} \cdot 1.76 = 153,15 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2^1 \cdot 0.8^{0.5} \cdot 157^{-0.4} \cdot 2.14 = 171,72 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{473 \cdot 157}{1020 \cdot 60} = 1.2 \text{ кВт}$$

Режими різання при свердлінні отвора Ø25

Глибина різання $t = 0,5 \cdot D = 12,5 \text{ мм}$,

Назначаємо подачу $S = 0,58 \text{ мм/об.}$; [6.с.277,табл.25],

Визначаємо швидкість різання [6.с.276]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^4}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 390625}{50^{0,2} \cdot 0,58^{0,5}} \cdot 1,52 = 3.4 \text{ м/хв.},$$

де $C_v = 9,8$; $y=0,5$; $m=0,2$; $T=50 \text{ хв}$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1,52 \cdot 1 \cdot 1 = 1,52;$$

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_{\Gamma}(750/\sigma_b)^{nv} = 1,2(750/655)^{1.75} = 1,52$;

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління [6.с.280,табл.31],

$$K_{lv} = 1.$$

Крутний момент і осьова сила розраховується по формулам:

$$M_{кр} = 10C_m D^4 s^y K_p = 133 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10C_p D^4 s^y K_p = 2,6 \text{ кН};$$

де C_m і C_p і показники степеня вибираємо з [6.с.281,табл.32],

$$C_m = 0,0345; C_p = 68; y = 0,8; K_p = K_{MP} = 1,52.$$

Потужність різання визначається по формулі

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{133 \cdot 4300}{9750} = 5,8 \text{ кВт}$$

Частота обертання визначається по формулі

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 3.4}{3.14 \cdot 0.025} = 4300 \text{ об/м}$$

Режими різання при розсвердлюванні отвора Ø40

Глибина різання $t = 0,5 \cdot (D-d) = 7,5 \text{ мм}$,

Назначаємо подачу $S = 0,58 \text{ мм/об.}$; [6.с.277,табл.25],

Визначаємо швидкість різання [6.с.276]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^4}{T^m \cdot t^x S^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 40^4}{50^{0,2} 7,5^{0,2} 0,58^{0,5}} \cdot 1,52 = 1,5 \text{ м/хв.},$$

де $C_v = 9,8$; $y=0,5$; $m=0,2$; $T=50 \text{ хв}$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1,52 \cdot 1 \cdot 1 = 1,52;$$

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_{\Gamma}(750/\sigma_b)^{nv} = 1,2(750/655)^{1,75} = 1,52$;

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління [6.с.280,табл.31],

$$K_{lv} = 1.$$

Крутний момент і осьова сила розраховується по формулам:

$$M_{кр} = 10C_m D^4 t^x s^y K_p = 200 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10C_p D^4 t^x s^y K_p = 4 \text{ кН}$$

Потужність різання визначається по формулі:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{200 \cdot 9000}{9750} = 18 \text{ кВт}$$

Частота обертання визначається по формулі

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 1,5}{3.14 \cdot 0.04} = 9000 \text{ об/м}$$

Розрахунок режимів різання при зенкеруванні отвору Ø43

Глибина різання $t = 0,5 \cdot (D-d) = 1,5 \text{ мм}$,

Назначаємо подачу $S = 0,58 \text{ мм/об.}$; [6.с.277,табл.25],

Визначаємо швидкість різання [6.с.276]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^4}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 43^4}{50^{0,2} \cdot 1,5^{0,2} \cdot 0,58^{0,5}} \cdot 1,52 = 1,2 \text{ м/хв.},$$

де $C_v = 9,8$; $y=0,5$; $m=0,2$; $T=50 \text{ хв}$;

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1,52 \cdot 1 \cdot 1 = 1,52$;

де: K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання, $K_{mv} = K_{\Gamma}(750/\sigma_B)^{nv} = 1,2(750/655)^{1,75} = 1,52$;

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{iv} = 1$;

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління [6.с.280,табл.31],

$K_{lv} = 1$.

Крутний момент і осьова сила розраховується по формулам:

$$M_{кр} = 10C_m D^4 t^x s^y K_p = 455 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10C_p D^4 t^x s^y K_p = 4 \text{ кН}$$

Потужність різання визначається по формулі:

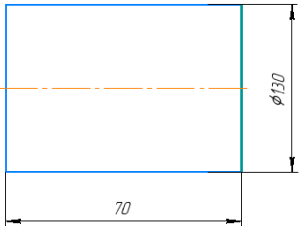
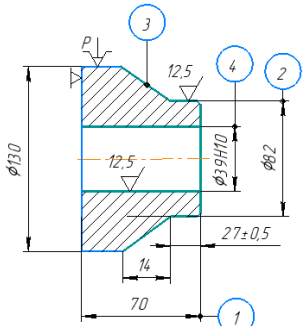
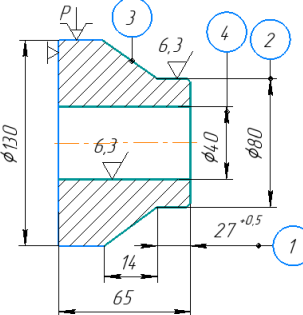
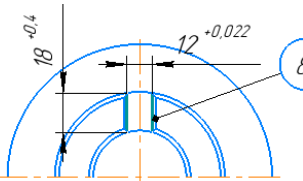
$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{455 \cdot 9000}{9750} = 16 \text{ кВт}$$

Частота обертання визначається по формулі

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 1,5}{3.14 \cdot 0.043} = 9000 \text{ об/м}$$

Режими різання на інші операції було розраховано згідно [6.с.261-300] і зібрані в таблиці 3.2 Режими різання на технологічні операції

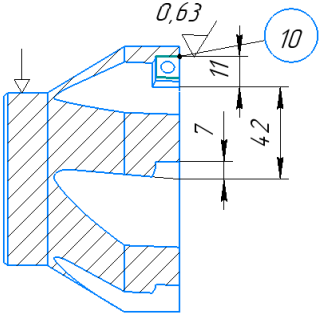
Таблиця 3.2 – Режими різання на технологічних операціях

Номер операції	Найменування і зміст операції	Операційний ескіз	Найменування устаткування та інструменту	Режими різання	
				V м/хв	S мм/об
005	Заготівельна. Відрізання заготовки корпусу фрези L=70, Ø 130		Стрічкова пила по металу JET HVBS-912 Штангельциркуль ГОСТ 166-63		
010	Слюсарна операція				
015	Багатоцільова з ЧПК 1. Підрізати торець 1 в розмір; 2. Точити пов.2 начорно; 3. Точити конус 3;	Установка А 	Токарно-фрезерний верстат з ЧПК СТХ beta 800 ТС; 2100-0565 Т5К10 Різець ГОСТ 18879-73; 2102-0055 Т5К10 Різець ГОСТ 18877-73;	200,75	0,06
	4. Свердлити отв. Ø25мм на прохід; 5. Свердлити отв. Ø 36мм на прохід; 6. Зенкерувати отв. Ø 39мм на прохід; 7. Підрізати торець 1 в розмір; 8. Точити поверхню 2 і фаску; 9. Точити конус 3; 10. Розточувати отв. 4 з Ø39 до Ø40 мм на прохід.		2301-4136 Сверло ГОСТ 2092-77; 2353-0125 Зенкер ГОСТ 14953-80; Кінцева фреза ГОСТ 17025-71; ЩЦ-150-0.05 Штангельциркуль ГОСТ 166-89 Пробка ГОСТ 17758-72	39,27	0,36
				44,6	0,53
				46,84	0,58
				62,83	0,1
				32	1
				31,42	0,8
				83,13	0,05

Продовження таблиці 3.2

Номер операції	Найменування і зміст операції	Операційний ескіз	Найменування устаткування та інструменту	Режими різання	
				V м/хв	S мм/об
	11. Фрезерувати 2 шпоночних паза 8 витримуючи параметри згідно ескізу; 12. Точити пов. 5 в розмір $\varnothing 125$ на прохід; 13. Точити пов. 7 витримуючи розміри згідно ескізу; 14. Розточити отв. $\varnothing 40$ до $\varnothing 56$.	Установка Б 		110	0,16
				32,17	1,2
				68,33	0,1
				49	0,6
	15. Фрезерувати канавки; 16. Фрезерувати 6 пазів під пластини; 17. Свердлити 6 отв. В розмір 1. 18. Нарізаня різьби М6		Кінцева фреза з циліндричним хвостовиком $\varnothing 22, \varnothing 8$ ГОСТ 17025-71 2300-6972 Свердло ГОСТ 886-77; Мітчик М6 ГОСТ 3266-81	112	0,21
				110	0,16
				26,4	0,14
020	Внутрішнє шліфування 1. Шліфувати пов. в розмір 1		Універсальний внутрішнє-шліфувальний верстат мод. 3К228В Шліфувальний круг ГОСТ 2424-83 Тип ПП $\varnothing 32$; М3100-1 Мікрометр ГОСТ 6507-90 Нутромір індикаторний ГОСТ 862-82	30	0,16

Продовження таблиці 3.2

Номер операції	Найменування і зміст операції	Операційний ескіз	Найменування устаткування та інструменту	Режими різання	
				V м/хв	S мм/об
025	Плоскошліфувальна 1. Шліфувати пов. в розмір 1.		Торцекруглошліфувальний мод.3Т153Е Шліфувальна головка АW-циліндрична Ø4 ГОСТ 2447-82; Мікрометр ГОСТ 6507-90	22	0,33
030	Термічне оброблення. Лазерне маркування				
035	Вимірювальна операція. Контрольні виміри.				
040	Складальна.				
045	Пакувальна				

4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ

Для операції торцевого фрезерування корпусу НШ-10М необхідно спроектувати пристрій верстатний з універсально-складального пристосування.

4.1 Збірно – розбірні пристосування. Застосування і вимоги до ЗРП

Ці пристосування конструюють і збирають з гостованих і нормалізованих деталей. Наприклад, спеціальні верстатні пристосування для фрезерних і свердлильних операцій в системі ЗРП збирають з тестованих і нормалізованих, функціонально взаємозамінних деталей і вузлів. [14.с.324-330]

Після зняття з виробництва машини, при виготовленні якої використовувалися збірно-розбірні пристосування, вони розбираються, а їх деталі і вузли використовуються при збірці нових спеціальних пристосувань для обробки деталей нової машини. [14.с.324-330]

У комплект ЗРП входять дрібні допоміжні деталі, елементи корпусних деталей, силові вузли для затиску і розтиску заготовок і т.д. Елементи корпусних деталей виготовляють з сірого чавуну СЧ 18 - 24. Збірка корпусів пристосувань виробляється в основному без додаткової обробки або з невеликою обробкою, що не впливає на їх подальше вживання. [14.с.324-330]

У ЗРП застосовують гостовані затискні силові вузли, які можуть багато разів використовуватися. Приблизно 90% всіх збірно-розбірних пристосувань мають механізовані затискні вузли з пневматичним або гідравлічним приводом. У системі ЗРП застосовують і спеціальні деталі, які виготовляють залежно від форми і розмірів оброблюваної деталі. [14.с.324-330]

До спеціальних деталей в основному відносяться установчі елементи пристосування; трудомісткість їх виготовлення незначна. Система ЗРП є прогресивною і економічно ефективною для серійного і масового типа виробництва. [14.с.324-330]

Техніко-економічна ефективність вживання системи ЗРП пояснюється великою економією виробничих витрат на проектування і виготовлення

пристосувань з гостованих деталей і вузлів в порівнянні з витратами при виготовленні пристосувань з негостованих деталей і вузлів. [14.с.324-330]

Вживання системи ЗРП значно скорочує цикл підготовки виробництва, зокрема проектування і виготовлення технологічного оснащення при переході до випуску нового типа виробу. [14.с.324-330]

Переваги вживання системи УЗП:

1 Можливість використання УЗП на таких технологічних операціях, де вживання спеціальних пристосувань нерентабельне.

2 Значне зниження трудомісткості і собівартості виготовлення технологічного оснащення при переході до випуску нової машини, оскільки слюсарі виконують збірку УЗП безпосередньо у виробничих цехах по кресленнях деталей або по їх дослідних зразках.

3 Унаслідок багатократного використання деталей УЗП - більша економія металу.

4 Підвищення ефективності виробництва, технічного рівня працівників основних цехів заводу; у спільній творчій роботі конструктора і зборщика УЗП стирає грань між розумовою і фізичною працею. [14.с.324-330]

Деталі набору УЗП мають бути міцними, зносостійкими і тривалий час зберігати точні розміри і форму. Практика експлуатації системи УЗП на заводах показала, що знос основних деталей за 10 років складає менше 0,01 мм. За наявності набору деталей УЗП виготовлення пристосування зводиться до його збірки за заданою компоновальною схемою. [14.с.324-330]

В деяких випадках потрібно виготовляти спеціальні деталі, але їх кількість зазвичай не перевищує 1—1,5% від загального числа деталей системи. Користуючись системою УЗП, в багато разів скорочується час виготовлення пристосувань. [14.с.324-330]

Система УЗП забезпечує значне скорочення часу і вартості підготовки виробництва нових об'єктів. Ця система дає можливість застосовувати пристосування у виробництвах з малим випуском, де виготовлення їх

звичайним порядком неекономічно. Останнім часом УЗП застосовують і для групової обробки. [14.с.324-330]

4.2 Схема установки заготовки

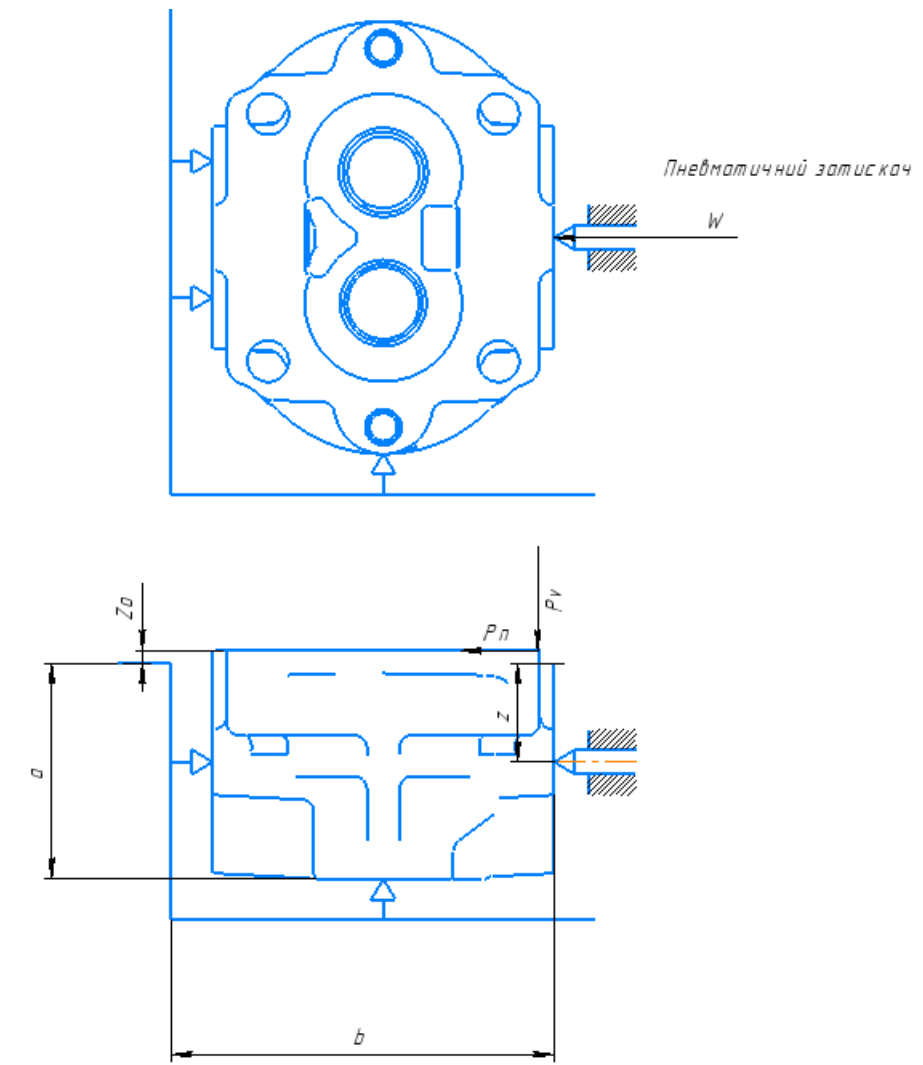


Рисунок 4.1 – Схема закріплення заготовки

4.3 Зусилля затиску пневматичного пристрою

При розрахунку пневматичних приводів слід визначати осьову силу P_v на штоці, залежно від діаметра та тиску стиснення пневматичного циліндра повітря.

Для пневмоциліндра двосторонньої дії, в яких стисле повітря поступає то в праву порожнину, то в ліву, силу на штоку визначають при тиску стислого повітря на поршні: [14, стр.328].

- у безштокову порожнину

$$P_A = P \frac{\pi D^2}{4} \eta$$

де P – тиск стислого повітря в системі,

$P = 0,4$ МПа; D – діаметр поршня, см;

η - ККД = 0,85-0,9, який враховує втрати в пневмоциліндрі;

$$P_A = P \frac{\pi D^2}{4} \eta = 3.4 \text{ кН}$$

5. АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ РОБОТІ ФРЕЗИ

Вихідні данні:

Матеріал оброблювальної заготовки – АК5М2Ц4;

Межа міцності матеріалу заготовки - $\sigma_b = 150$ МПа (15 кг мм²);

Ширина оброблювальної поверхні заготовки, В – 84 мм;

Довжина оброблювальної поверхні заготовки, L- 500мм;

Тип верстату – вертикально фрезерний DMG MORI CMX 1100V

Характеристики даного верстата представлені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики верстату DMG MORI CMX 1100V

Параметри		Од.вим	Величини
Кількість інструменту			40
Потужність шпинделя		кВт	13
Швидкість шпінделя		Об/хв	12000
Розмір столу	Довжина	мм	600
	Ширина	мм	800
Подача по осі X/Y/Z		мм	1100/560/510
Швидка подача по осі X/Y/Z		мм/хв	30/30/30

5.1 Розрахунок сили різання при обробці заготовки даною фрезою

Параметри для визначення сил різання використовуємо з пункту 2.3

1. Сила різання

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n_d^w} K_{mp},$$

де $K_{mp} = 1$ [8, табл. 10, с. 265];

$C_p = 825$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 1,1$; $q = 1,3$; $w = 0,2$ [8, табл. 41, с. 291].

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n_d^w} K_{mp} = 1749,2 \text{ Н}$$

2. Визначення умов рівномірності фрезерування

$$K = \frac{B}{S_{oc}} = 0,46;$$

Де K – не ціле число, отже, умова нерівномірності фрезерування виконується.

3. Крутний момент на шпинедлі

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1749,2 \cdot 125}{200} = 1093,25 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4. Ефективна потужність різання

$$N_e = \frac{P_z \cdot \nu_{факт}}{1020 \cdot 60} = \frac{1093,25 \cdot 314}{1020 \cdot 60} = 5,6 \text{ кВт}.$$

Потужність верстата DMG MORI CMX 1100V з паспорту 12 кВт, отже, обрані режими різання задовольняють паспортним даним верстата.

5.2 Розрахунок напружено-деформованого стану

Проводимо аналіз напружень на фрезу за допомогою програми «Autodesk Inventor Professional 2019». Формуємо сітку для обрахунку за допомогою команди «Вид сітка» (рис. 5.1) параметри залишили за замовчуванням, а саме:

- Середній розмір елементів - 0.2мм;
- Мінімальний розмір - 0,1мм;
- Коефіцієнт різномірності - 1.5;
- Максимальний кут повороту - 1,05 рад.

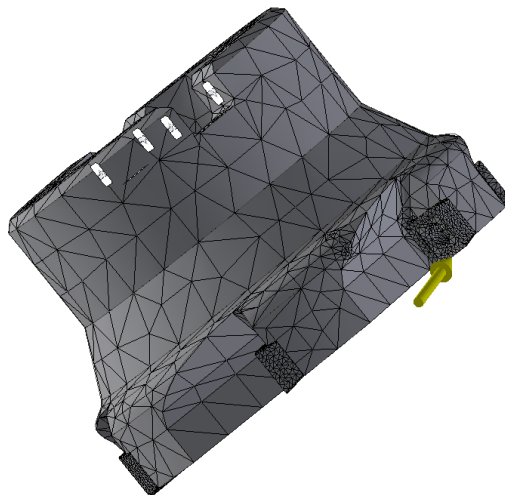


Рисунок 5.1 – Сітка відображення деталі

Наступним кроком задаємо площини фіксації, в нашому випадку це торцева площина та шпонковий паз (рис 5.2)

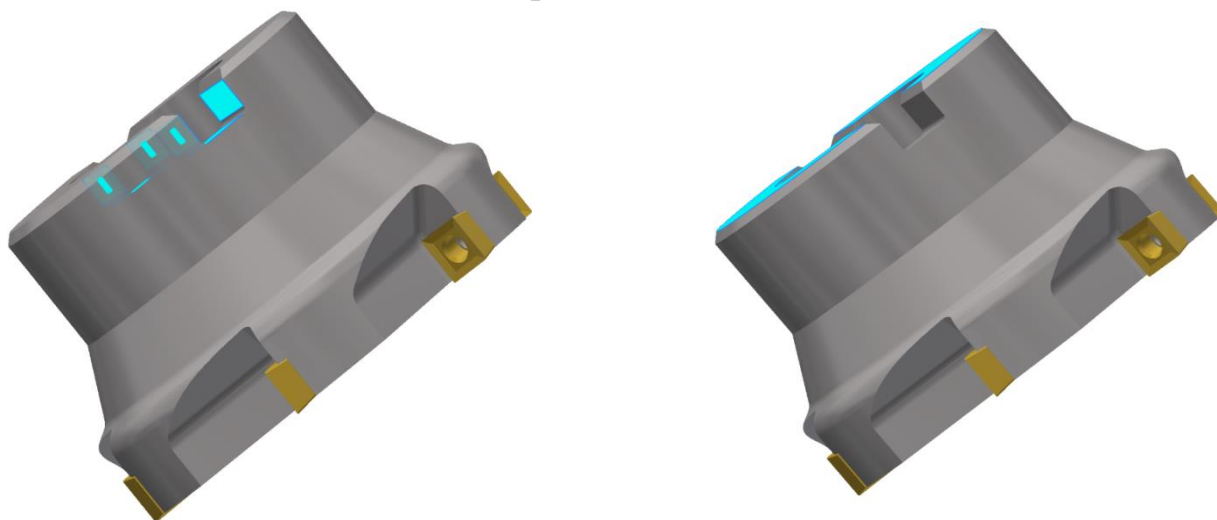


Рисунок 5.2 – Площини фіксації

Наступний крок, ми прикладаємо силу різання на пластину яку обрахували $P_z = 1749,2$ Н. Після цього моделюємо, та отримуємо результати:

- 1-ше основне напруження (рис 5.3)

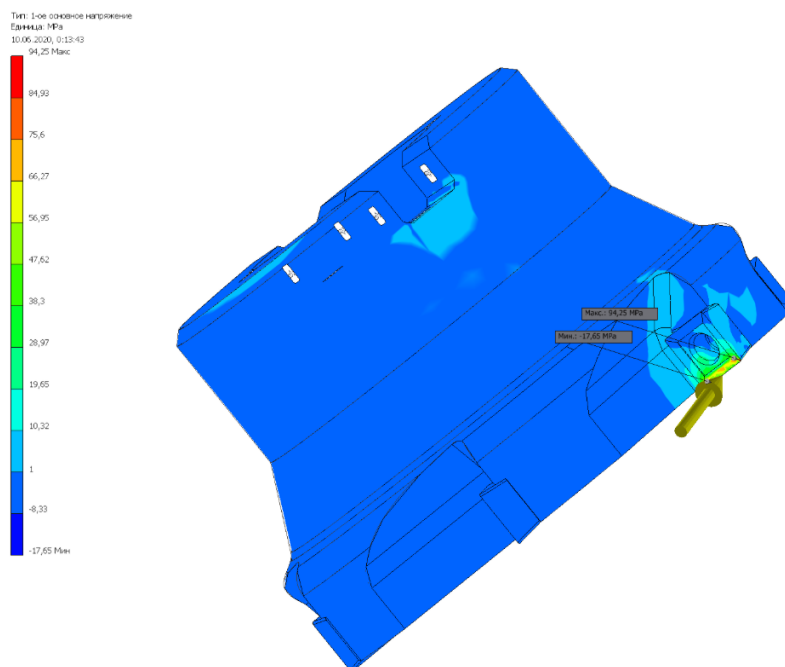


Рисунок 5.3 – Перше основне напруження

- Коефіцієнт запасу міцності (рис. 5.4)

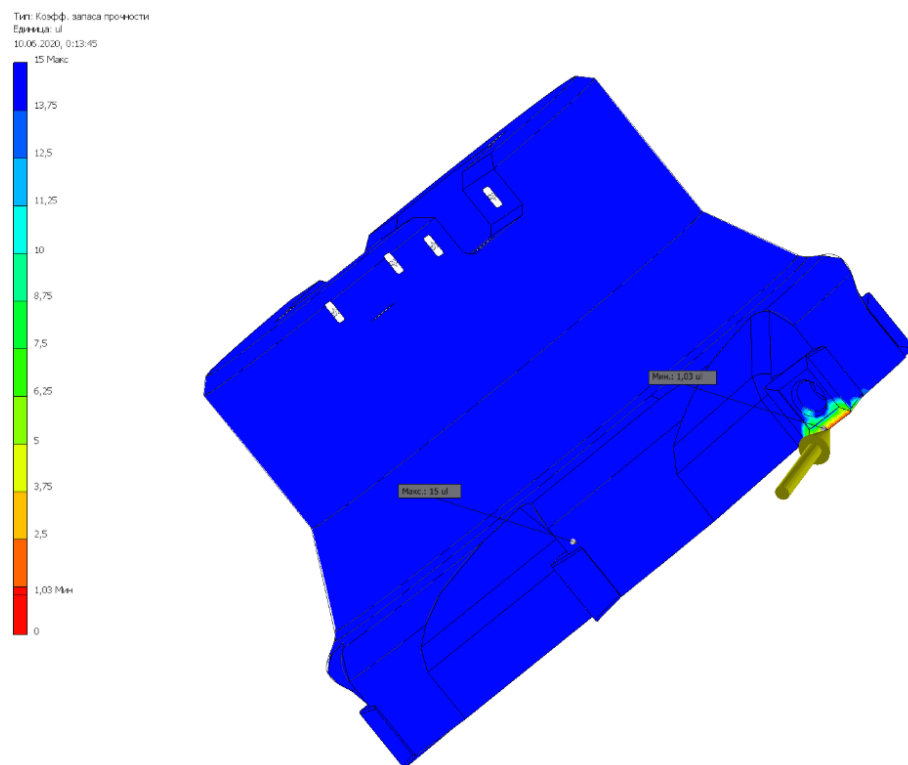


Рисунок 5.4 – Коефіцієнт запасу міцності

- Зміщення (рис 5.5)

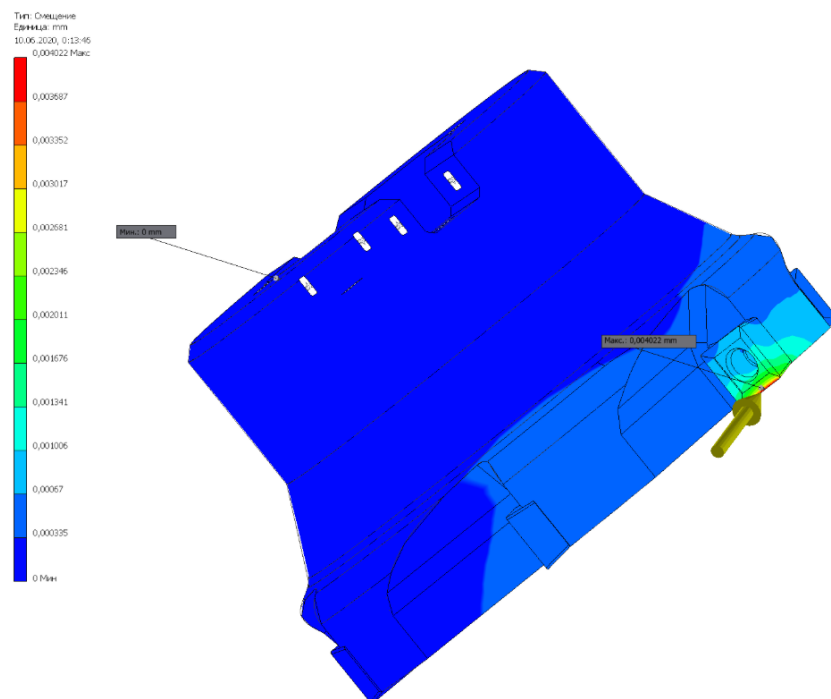


Рисунок 5.5 - Зміщення

В данному розділі, були розраховані режими різання для даної фрези при обробці сплаву алюмінію АК5М2Ц4, для обробки обраний вертикально фрезерний верстат з ЧПК - DMG MORI CMX 1100V. Після необхідних розрахунків програма Inventor, допомогла промодельовати вплив сил на фрезу.

З рисунків видно:

- Матеріали підібрані правильно;
- Геометрія підібрана правильно;
- Режими підібрані правильно.

Що в підсумку дає задовільний результат для заданої операції.

ВИСНОВКИ

У ході проектування даної дипломної роботи, в першому розділі було розглянуто та проаналізовано конструкції торцевих фрез відомих виробників, як закордонних так і вітчизняних, розглянуто способи кріплення ріжучого елемента. Розглянуто навантаження на шпиндель верстата в залежності від типу та способів фрезерування. При розгляданні способу кріплення пластини було обрано механічне, таких метод є найоптимальнішим для наших потреб.

В другому розділі я обрав конструкцію для свого інструменту виходячи з аналізу торцевих фрез. Також було розглянуто хімічний склад обраних матеріалів та їх механічні властивості.

В третьому розділі на основі літератури було розглянуто базовий технологічний процес виготовлення торцевої фрези. Технологічний процес був перероблений оскільки технологія застаріла, для теперішнього часу ефективніший спосіб мінімізувати кількість операції і покращити точність.

В четвертому та п'ятому пунктах було розраховано режими різання та припуск на обробку корпусам фрези в залежності від технології виготовлення.

Шостий розділ присвячений розрахунку пристосування закріплення корпусу НШ10М підчас операції торцевого фрезерування. Було обрано використовувати універсально-складальне пристосування так як виробництво корпусу НШ10М є серійним і щоб не підвищувати собівартість корпусу було прийнято рішення використовувати УСП, одна з переваг це швидке пере налаштування для виробництва іншого виробу.

В останньому розділі свого проекту було дослідження впливу сил різання на корпус фрези при обробці сплавів алюмінію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/pages/face-milling.aspx>
2. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/pages/entering-angle-and-chip-thickness.aspx>
3. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/pages/up-milling-vs-down-milling.aspx>
4. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/pages/how-to-choose-cutter-pitch.aspx>
5. https://studme.org/274320/tehnika/frezy_mehanicheskim_krepleniem_m_nogogrannyh_neperetachivaemyh_plastin_tverdogo_splava_sverhtverdogo_ma
6. Родин П.Р. Проектирование и производство режущего инструмента. – К.: Техника, 1968. – 358с.
7. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. – К.: Вища школа, 1986. – 455с.
8. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцева. - Л.: Машиностроение, 1987.-846 с.
9. Родин П.Р. Технология изготовления зуборезного инструмента. – К.: Техніка, 1982. – 206с.
10. Скачко Є. В. Технологія інструментального виробництва - М.:Высшая школа, 1980. – 120с.
11. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков – Л.: Машиностроение, 1975. –655с.
12. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Вышэшая школа, 1985. – 656с.
13. Родин П.Р. Різальний інструмент у прикладах і задачах. – К.: Вища школа, 1994. – 294с.
14. Пасько М.М. Технологічне оснащення: Скорочений теоретичний матеріал для студентів денної та заочної форми навчання спеціальність

«Галузеве машинобудування» («Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях»). [електронний ресурс] / ДДМА, 2018 Режим доступу до інтернет-сторінки: <http://mkgma.org.ua/wp-content/uploads/2018/02/Лекції-1.pdf>

15. <https://mashxxl.info/page/083137097171229167143203145106123224236096085167/>

ДОДАТКИ

Затверджую:

Директор ТОВ «Сфера-Мото»

(Постригань Ю.В.)

” ”

2020 р.

М. П.



Технічне завдання

на науково-дослідну роботу

«Розробка конструкції та технології виготовлення фрези торцевої»

Замовник:
Інженер



_____ Антонюк А.С.

Виконавець:

В.О. Завідувача кафедри ІТМ

_____ Охріменко О.А.
Асистент кафедри ІТМ


_____ Майданюк С.В.
Студент


_____ Кузьменко А.В.

Київ 2020

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Повна назва розробки та її умовне позначення

«Розробка конструкції та технології виготовлення фрези торцевої для оброблення корпусу шестеренного насосу НШ-10М»

1.2 Назви підприємств розробника та замовника системи та їх реквізити

Замовник:

ТОВ «Сфера-Мото»
3061, Україна, Київ,
вул. Пост-Волинська 5

Виконавець:

Кафедра інтегрованих технологій
машинобудування
КПІ ім. Ігоря Сікорського

1.3 Порядок оформлення та пред'явлення замовникові результатів робіт

Робота проводиться на безоплатній основі.

По закінченню роботи подається: креслення фрези торцевої, робоче креслення корпусу фрези торцевої, технологія виготовлення корпусу інструменту, креслення пристрою для встановлення корпусу для оброблення.

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ

2.1 Мета створення розробки

Розробити фрезу дискову відрізну для відрізання алюмінієвих профілів.

2.2. Вихідні дані

- оброблюваний матеріал – АК5М2Ц4,
- метод отримання заготовки – литво,
- оброблювана поверхня – площина,
- параметри оброблюваної поверхні:
 - допуск площинності – 0.018 мм;
 - шорсткість поверхні – Ra 2.5мкм,
- верстат для оброблення – DMG MORI CMX 1100V.

3. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Середовище розробки 3D моделей та креслень – Autodesk Inventor.

4. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Етап та його зміст	Термін виконання	Результат
1. Аналіз конструкцій фрез торцевих, розробка складального креслення фрези та робочого креслення корпусу фрези.	10.04.2020р	Креслення фрези та корпусу
2. Розробка технології виготовлення корпусу фрези	12.05.2020р	Маршрутна технологія виготовлення корпусу фрези
3. Розробка складального креслення пристрою для встановлення корпусу насоса для фрезерування площини	01.06.2020р	Креслення пристрою

5. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

- 5.1 Підвищення продуктивності оброблення корпусу шестеренного насосу.
- 5.2 Підвищення якості оброблених поверхонь.

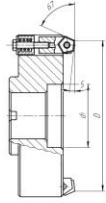
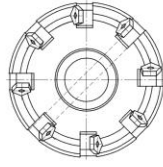
6. МАТЕРІАЛИ, ЩО НАДАЮТЬСЯ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

- 6.1 Креслення фрези торцевої та робоче креслення корпусу фрези.
- 6.2 Технологія виготовлення корпусу фрези торцевої.
- 6.3 Креслення пристрою для встановлення корпусу насоса для фрезерування площини.

7. ПОРЯДОК РОЗГЛЯДУ ТА ПРИЙМАННЯ РОБОТИ

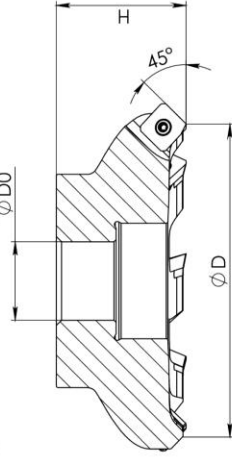
- 7.1 Результати роботи передаються по акту приймання робіт.

Аналіз конструкції торцевих збірних фрез



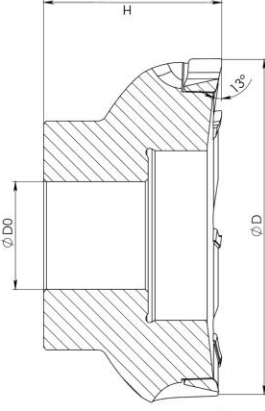
Фреза з підіграними пластинками по ISO 12205-16

- +Зручність встановлення пластин.
- +Можливість підбору пластин без зміння інструменту.
- +Висока зносоустійливість.
- Через недостатню жорсткість, рекомендовано використовувати тільки для чистової обробки.



Фреза торцева CoroMill 245

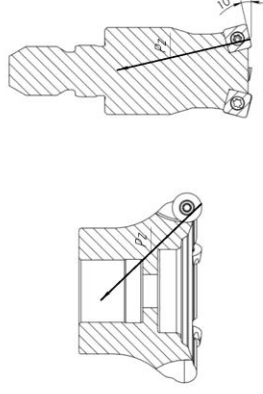
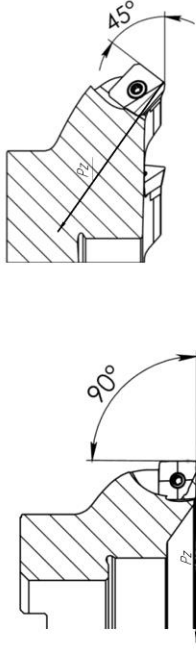
- +Платформа використання та висока продуктивність.
- +Універсальність.
- +Легка змінна пластин.



Фреза Century

- +Надійшла під час швидкої обробки.
- +Можливість використання конструкції з змінними касетами.
- Непідійшли пластини.
- Складність процесу поня

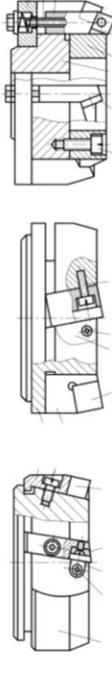
Направлення сил різання в залежності від гострого кута в плані



Способи кріплення пластин



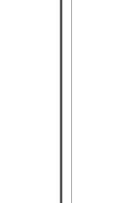
гвинтом і дізлом під пластину в корпусі фрези з дізлом під пластину на складній частині корпусу



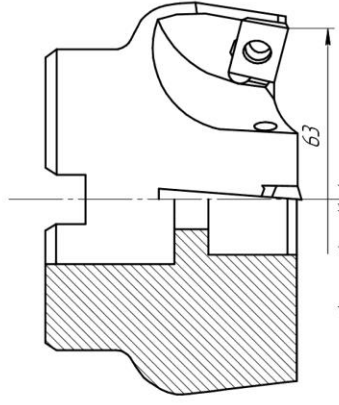
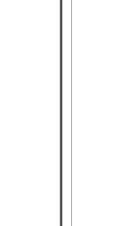
з вкладкими (касетами) і п'яма дізлами в вкладах



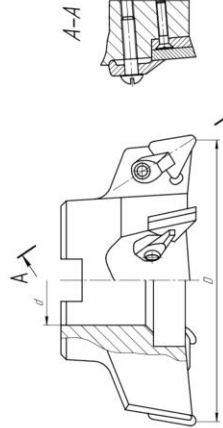
з вкладами, регулюється гвинтом



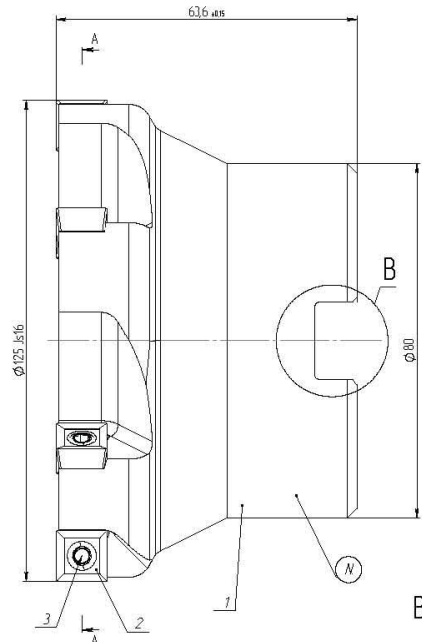
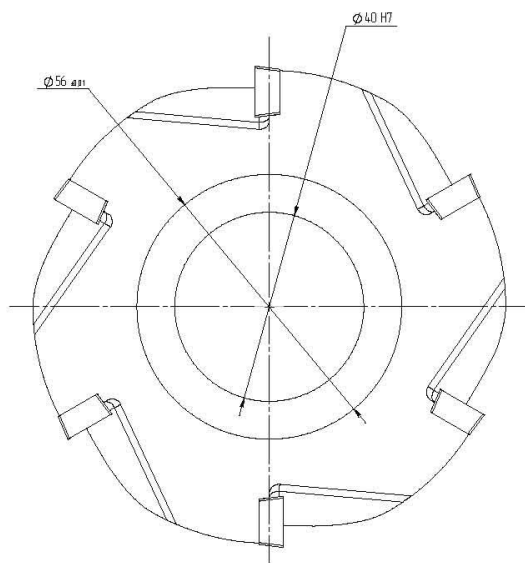
з тангенціальним кріпленням пластин



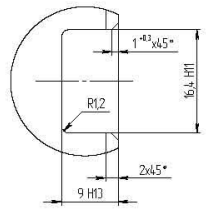
- Фреза фірми Koga
- +Невелика сила різання.
- +Можливість обробки кольорових металів.
- Висока соборність.
- Складне кріплення пластини



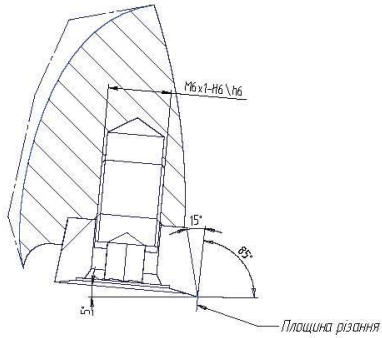
- Фреза торцева фірми Teknik
- +Швидко змінна пластин.
- +Можливість використання для чистової та чорнової обробки.
- Складне кріплення пластин.
- Складність у виготовленні корпусу.



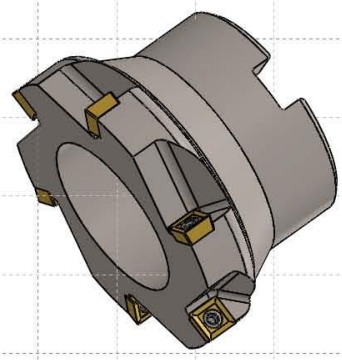
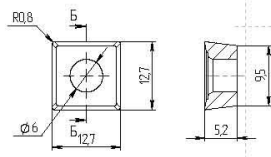
B (2 : 1)



A - A (2:1)

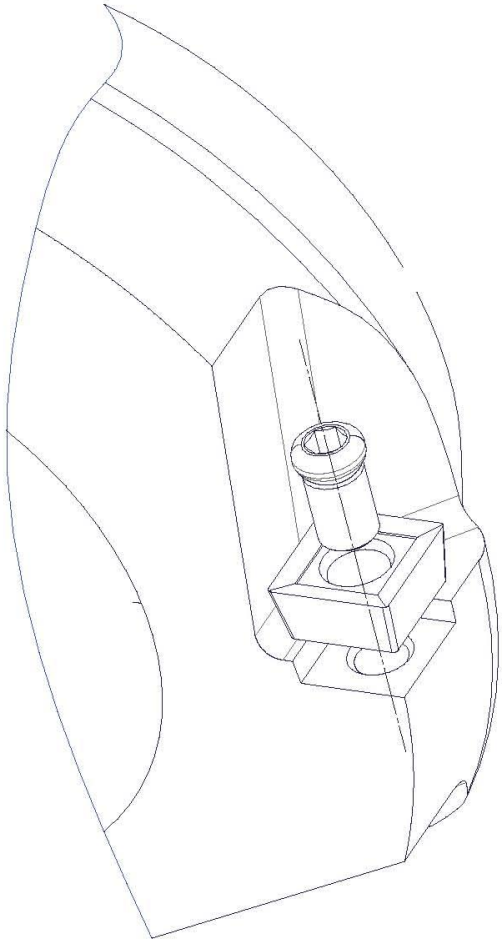


Б-Б (2 : 1)

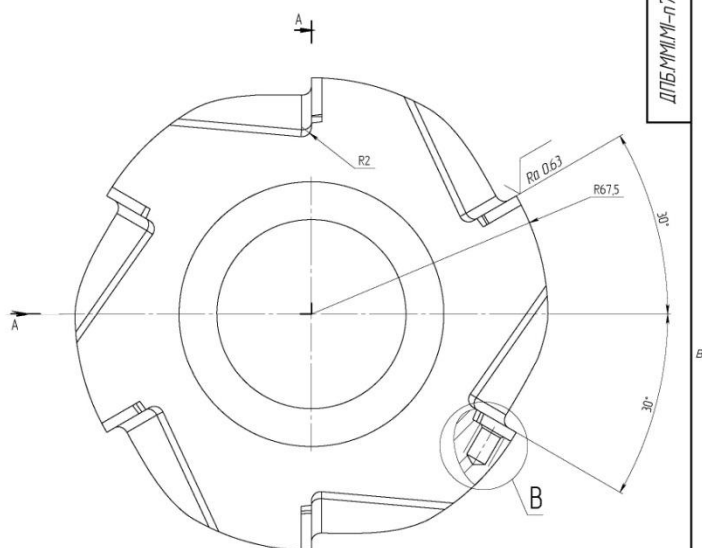


- 1. Твердість: HRC 62-65.
- 2. (N)маркування D-125.
- 3.Радіальне ділиття різальних крапок зубів щодо осі отвору не повинно перевищувати: для обох суміжних зубів - 0.03 мм, для обох протилежних зубів - 0.05 мм.
- 4. Допуск торцевого ділиття різальних крапок 0.02

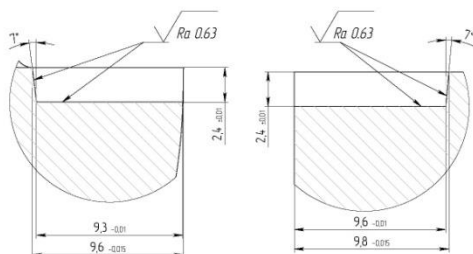
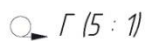
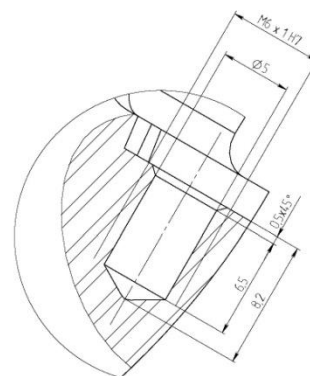
Спосіб кріплення пластины



					ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.001СК		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Торцево фреза		
Разраб.	Исх.	Изм.	Изм.	Изм.			
Пров.	Исх.	Изм.	Изм.	Изм.	Лист 1 Лист 2		
Т. контр.	Исх.	Изм.	Изм.	Изм.			
Н. контр.	Исх.	Изм.	Изм.	Изм.	НТЗУ "КТ" імені Ісари Скорського		
Утв.	Исх.	Изм.	Изм.	Изм.			



B (5 : 1)



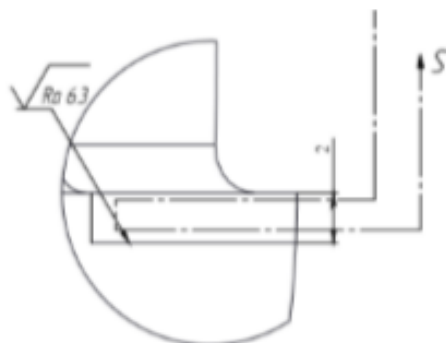
- 1 45.52 HRC;
- 2 Параметри шорсткості поверхні за ГОСТ 2789-73;
- 3 Поверхня каруса фрези крім шліфованої повинна мати хім. окс. по ГОСТ 9306;
- 4 T=50 хв, T_ш=25 хв;
- 5 На шліфованій поверхні не повинна бути чорноти;
- 6 Не шліфована поверхня каруса після термічної обробки повинна бути очищена хімічним способом від оксидів по ГОСТ 9306;
- 7 Допуски торцевого біття опорних поверхнь щодо осі посадочного отвору 0,02 мм;
- 8 Усадка – по ГОСТ 18088.

Формат A2

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	A2			ДМБ.ММІ.МІ-п71.07.001.СК	Фреза торцева	1	
					Складальні одиниці		
	A2	1	ДМБ.ММІ.МІ-п71.07.001.01	Корпус	1		
					Деталі		
					Ріжуча пластина		
					ГОСТ 19052-80	6	
					Гвинт М6 х 1		
					ГОСТ 1491-80	6	
Подп. и дата							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДМБ.ММІ.МІ-п71.07.001.01	
	Разраб.	Кузьменко А				Фреза торцева D=125	
Пров.	Майданюк С.В						
Н.контр.							
Утв.							
	Лит.	Лист	Листов				
	у	1	1				
Копировав							Формат А4

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

	ДП Min7107.000.0K	7	2
--	-------------------	---	---

[illegible]

Наименование операции				Материал	
Багатоцільва з ЧПК				40X	
Твердість	ЕВ	МД	Профіль, розмір, заготовка		МЗ
		0,5	Прокат Ø 130		КОИД
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы	
То	Тв	Тпз	Тшт	Сож	
				5% емульсія Укринол-1	

[illegible]

OK	Операционная карта
----	--------------------

[illegible]

[illegible]

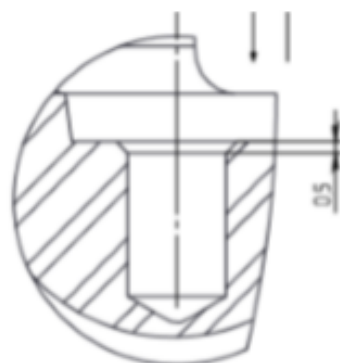
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ДП МІН7107.000.ОК

7

6

Разраб.	Кузьменко А.В.			ММІ,КПІ ім.Ігоря Сікорського					
Провер.	Майданюк С.В.								
Н.контр.									



Наименование операции

Материал

Багатоцільва з ЧПК

40X

Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка	МЗ	КОИД
		0,5	Прокат Ø 130		1

Оборудование; устройство ЧПУ

Обозначение программы

Oooo1

То Тв Тпз Тшт

Сож

5% эмульсія Укринол-1

Р	Содержание перехода	То	Д или В	L	t	i	S	n	V
B41	2. Зняття фаски 0.5x45								
D42	MWLN2020 свердло ТУ 2-035 -892 - 82								
O43					2,45				1
O44									
T45									
P46									
47									
48									
49									
50									

ОК

Операционная карта

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

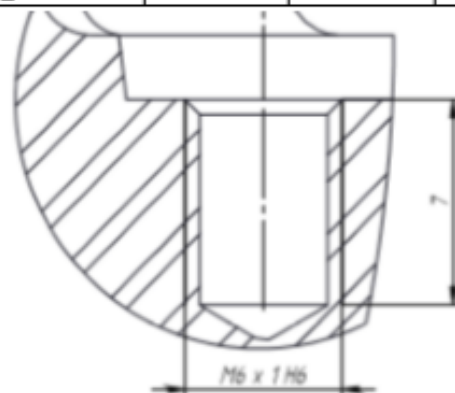
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ДП МІН7107.000.ОК

7

7

Разраб.	Кузьменко А.В.			ММІ,КПІ ім.Ігоря Сікорського					
Провер.	Майданюк С.В.								
Н.контр.	Вовк В.В								



Наименование операции

Материал

Багатоцільва з ЧПК

40X

Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка	МЗ	КОИД
		0,5	Прокат Ø 60		1

Оборудование; устройство ЧПУ

Обозначение программы

Oooo1

To	Tв	Tпз	Tшт	Сож
				5% эмульсия Укринол-1

Р	Содержание перехода	To	D или B	L	t	i	S	n	V
051	3. Нарізання різьби M6 x 1, витримуючи розміри 7мм.								
T52	220530 007 <u>TPS M-6X1.0-M</u> Ø6 мм , z = 4, BK6M, DIN 138								
P53	7 0,01 20 0,25								
54									
55									
P56									
57									
58									
59									
60									

ОК

Операционная карта

Програма керування на переході ч
ЧПК

(T1 D=8. CR=0. - ZMIN=-1. - FLAT
END MILL)

N10 G90 G94 G17 G49 G40 G80

N15 G21

N20 G28 G91 Z0.

N25 G90

(FACE1)

N30 T1 M06

N35 S5000 M03

N40 G54

N45 M08

N50 G00 X49.559 Y-29.18

N55 G43 Z15. H01

N60 G00 Z5.

N65 G01 Z-0.2 F1000.

N70 G18 G03 X48.759 Z-1. I-0.8

N75 G01 X44.359

N80 X36.321

N85 X34.987

N90 X34.223

N95 G17 G02 Y-22.935 J3.122

N100 G01 X44.359

N105 G03 Y-16.691 J3.122

N110 G01 X43.301

N115 X34.804

N120 G18 G03 X34.004 Z-0.2 K0.8

N125 G00 Z15.

N130 G17

N135 M09

N140 G28 G91 Z0.

N145 G90

N150 G49

N155 G28 G91 X0. Y0.

N160 G90

N165 M30

(FACE2)

N160 M09

N165 M01

N170 T2 M06

N175 T1

N180 S5000 M03

N185 G54

N190 M08

N195 G00 X45.659 Y-30.712

N200 G43 Z15. H02

N205 G00 Z5.

N210 G01 Z-0.8 F1000.

N215 G18 G03 X45.459 Z-1. I-0.2

N220 G01 X44.359

N225 X36.321

N230 G17 G02 Y-28.944 J0.884

N235 G01 X44.359

N240 G03 Y-27.175 J0.884

N245 G01 X36.321

N250 G02 Y-25.406 J0.884

N255 G01 X44.359

N260 G03 Y-23.638 J0.884

N265 G01 X35.742

N270 X35.457

N275 G02 Y-21.869 J0.884

N280 G01 X44.359

N285 G18 G02 X44.559 Z-0.8 K0.2

N290 G00 Z15.

N295 G17

N300 M09

N305 G28 G91 Z0.

N310 G90

N315 G49

N320 G28 G91 X0. Y0.

N325 G90

N330 M30

(DRILL2)

N300 G00 X40.34 Y-31.5

N305 Z15.

N310 Z5.

N315 G98 G81 X40.34 Y-31.5 Z-30.25
R-25.25 F333.

N320 G80

N325 Z15.

N330 M05

N335 G28 G91 Z0.

N340 G90

N345 G49

(DRILL3)

N350 M09

N355 M01

N360 T4 M06

N365 T1

N370 S5000 M03

N375 G54

N380 M08

N385 G00 X40.478 Y-26.7

N390 G43 Z15. H04

N395 G00 Z5.

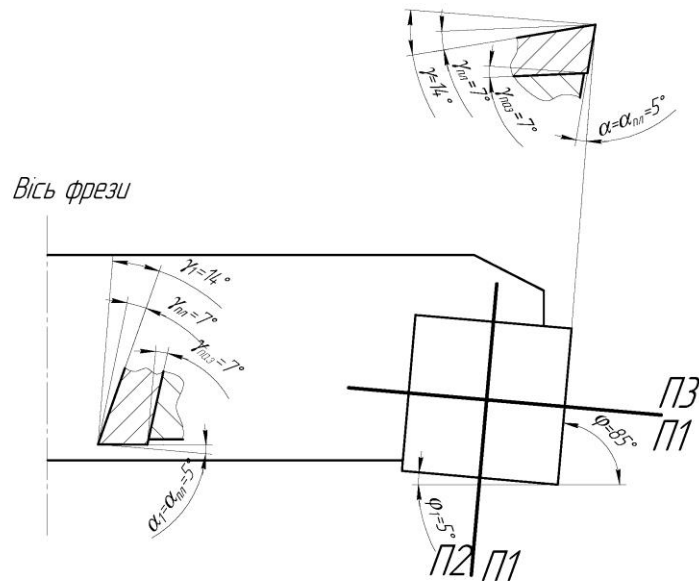
N400 G81 X40.478 Y-26.7 Z-30.17 R-
25.17 F1000.

N405 G80

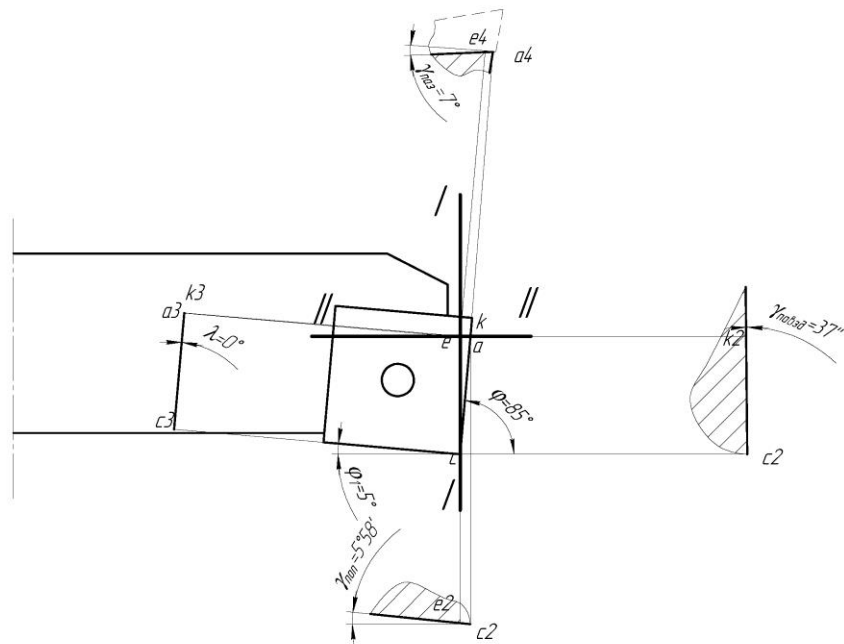
N410 Z15.

Розрахунок установчих параметрів встановлення пластины в корпусі фрези

Визначення кутів нахилу паза в січних площинах, з урахуванням кутів пластины



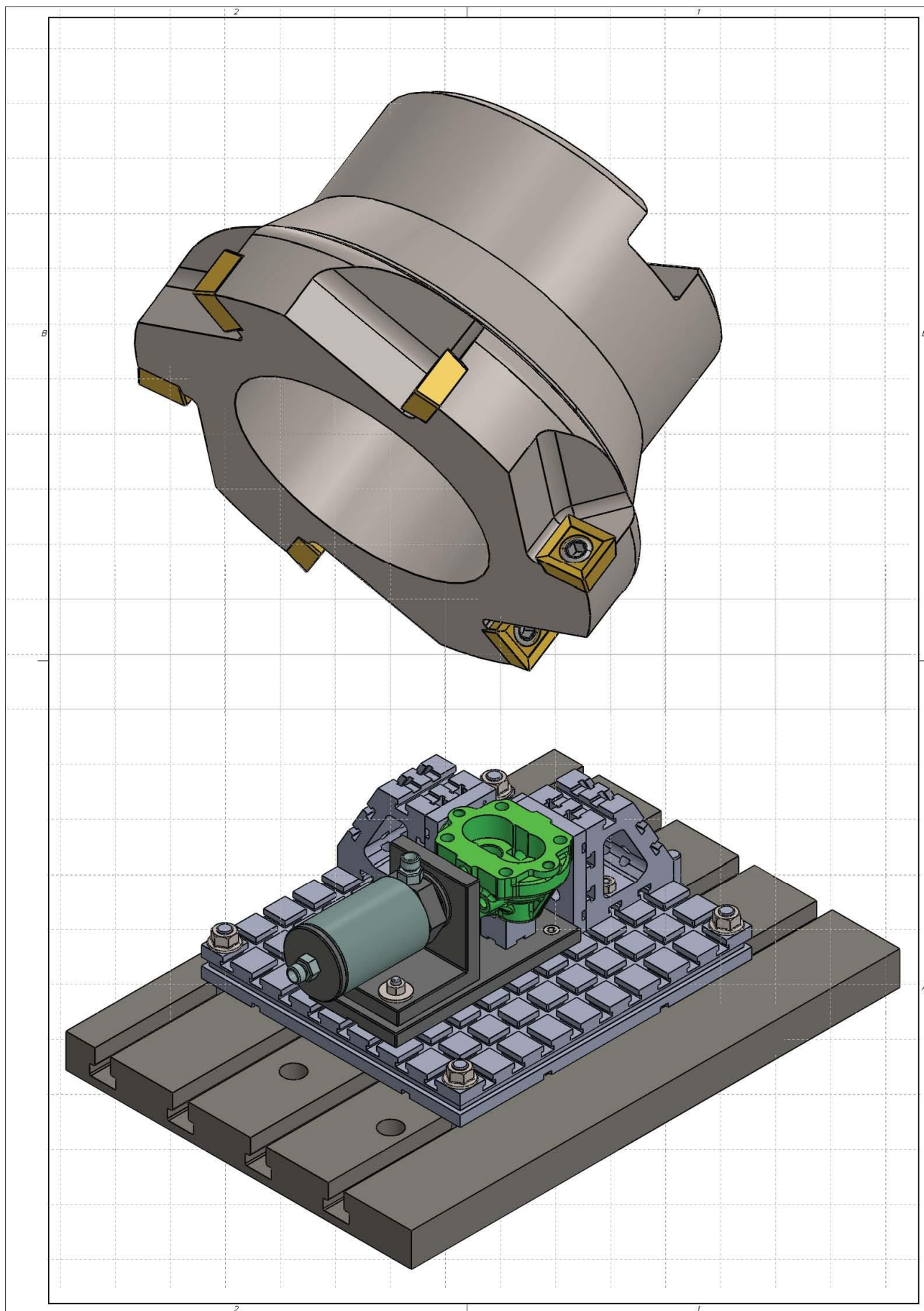
Графічне визначення установчих параметрів для фрезерування паза від пластины

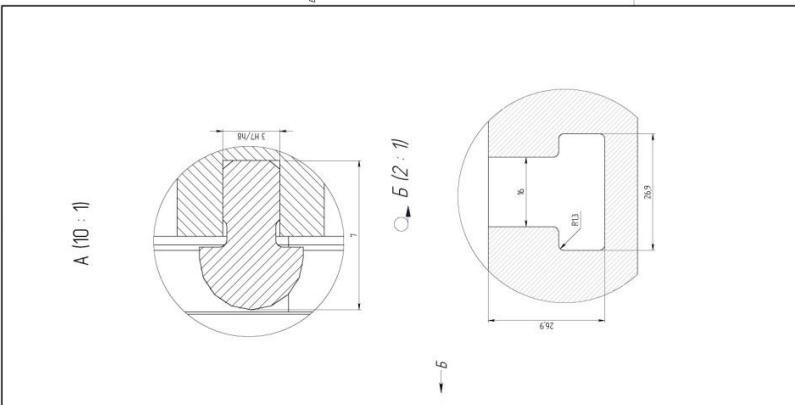


Аналітичне визначення установчих параметрів

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma_{\text{пл}} &= \operatorname{tg} \gamma \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \sin \varphi \\ \operatorname{tg} \gamma_{\text{пл}} &= \operatorname{tg} 7^{\circ} \cos 85^{\circ} - \operatorname{tg} 0^{\circ} \sin 85^{\circ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma_{\text{пл}} &= \operatorname{tg} \gamma \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \sin \varphi \\ \operatorname{tg} \gamma_{\text{пл}} &= \operatorname{tg} 7^{\circ} \cos 85^{\circ} - \operatorname{tg} 0^{\circ} \sin 85^{\circ} \end{aligned}$$





ДПБ ММММ-П7107.003СК	Лист	Масло	Масло/ПЭ
			11
Удобренные складовые приспособления	Лист 1	Листов 1	
	ПЭ/СХ	ХП/СХ	ИЗДАНИЕ
	ИЗДАНИЕ	ИЗДАНИЕ	ИЗДАНИЕ

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A2			ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.003СК	УСП	1	
					Документація		
					Складальні одиниці		
		1			Плита квадратна	1	
					ГОСТ 14364-69		
		2			Кутник базовий	2	
					ГОСТ 14368-69		
		3			Планка з'днальна	2	
					ГОСТ 14470-69		
		4			Кронштейн	1	
		5			Пневмоциліндр	1	
					ГОСТ 15608-81		
		6			Корпус НШ10М-3-02-01	1	
		7			Планка з'днальна	1	
Подп. и дата					ГОСТ 14471-69		
		13			Опора зі сферичною головкою	2	
					ГОСТ 13441-68		
		14			Опора прямокутна	1	
					ГОСТ 14408-69		
	Взам. инв. №						
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДПБ.ММІ.МІ-п71.07.003СП	
	Разраб.	Кузьменко А				Універсально-складальне пристосування	
	Пров.	Майданюк С.В				Лит.	Лист
						u	1
						Листов	1
	Н.контр.						
	Утв.						

Копировал

Формат A4

Зміщення

Затверджую:

Директор ТОВ «Сфера-Мото»

(Постригань Ю.В.)

” ”

2020 р.

М. П.



Акт

приймання робіт
науково-дослідної роботи

«Розробка конструкції та технології виготовлення фрези торцевої»

В результаті виконання робіт з розробки конструкції та технології виготовлення фрези торцевої для оброблення корпусу шестеренного насоса НШ-10М, виконавець надав:

- складальне креслення та 3D модель фрези торцевої,
- робоче креслення корпусу фрези торцевої,
- технологію виготовлення корпусу фрези торцевої,
- складальне креслення пристрою для встановлення корпусу насоса для фрезерування площини.

Результати роботи планується реалізувати при відрізання алюмінієвих профілів.

Замовник:
Інженер



_____ Антонюк А.С.

Виконавець:

В.О. Завідувача кафедрою ІТМ

_____ Охріменко О.А.
Асистент кафедри ІТМ


_____ Майданюк С.В.
Студент


_____ Кузьменко А.В.

ІННОВАЦІЇ МОЛОДІ В МАШИНОБУДУВАННІ 2020

XIII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ

MAY 19, 2020 – MAY 30, 2020



[ДОМАШНЯ СТОРІНКА](#) [ПРО НАС](#) [УВІЙТИ](#) [ОБЛІКОВИЙ ЗАПИС](#) [ПОШУК](#) [ПОТОЧНІ КОНФЕРЕНЦІЇ](#) [АРХІВ](#) [ЗБІРКА ПРАЦЬ](#)

Домашня сторінка > Інновації молоді в машинобудуванні > Інновації молоді в машинобудуванні 2020 > Інтегровані технології машинобудування > Кузьменко

Розмір шрифту:

Вибір методу фрезерування для оброблення деталей
А. В. Кузьменко, С. В. Майданюк

Остання редакція: 2020-05-18

Тези доповіді

Залежно від характеристик фрезерного верстату розрізняють наступні технології фрезерування: базова технологія фрезерування, фрезерування на верстатах з ЧПК керуванням, високошвидкісне фрезерування, фрезерування з використанням технології iMachining.

Базова технологія фрезерування виконується на універсально-фрезерних верстатах. У процесі різання виникає отримання нових площин методом деформування та зрізування поздовжніх шарів з утворенням стружки. І перевага такої технології – простота в виконанні, але займає достатньо багато часу, точність оброблення – невисока.

Оброблення на фрезерних верстатах з ЧПК дозволяє, з однієї установки заготовки, обробити різні поверхні. При цьому можуть бути використані різні способи обробки: фрезерування площин і криволінійних поверхонь, свердління, зенкування та розгортання та розточування отворів [2].

Високошвидкісне фрезерування – високоефективний метод оброблення, що веде до суттєвого зниження сил та потужності різання при обробленні та температури різання та дозволяє забезпечити доступ до будь-якої сторони деталі з однієї установки заготовки на верстаті, та використовувати стандартний інструмент [1].

Технологія iMachining дозволяє досягти високої продуктивності, скоротити час оброблення деталей, що призводить до істотної економії та дозволяє підвищити ефективність оброблення на фрезерних верстатах з ЧПК [3].

Таким чином, аналіз наявних методів фрезерного оброблення показав, що набагато ефективніше та перспективніше є використання оброблення з використанням технології iMachining.

Ключові слова

фрезерування, сили різання, оброблення, високошвидкісне оброблення, ЧПК, iMachining,

Посилання

1. <http://araris.com.ua/ru/perforation.html>
2. <http://delta-grup.ru/bibl ot/20/20.htm>
3. <https://www.solidcam.com/ru/imachining/preimushchestva-imachining/>

Інновації молоді в машинобудуванні

**Youth Innovations in
Mechanical Engineering**

**Збірка праць Міжнародної
науково-технічної конференції
молодих вчених та студентів**

ВИПУСК №2

**Київ
2020**

УДК 621

Рецензенти:

Назаренко І.І., д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри машин та обладнання технологічних процесів Київського національного університету будівництва і архітектури

Сохань С.В., д-р техн. наук, провідний науковий співробітник Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України

Затверджено
на засіданні вченої ради ММІ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 9 від 25.05.2020 р.)

Інновації молоді в машинобудуванні (Youth Innovations in Mechanical Engineering): Збірка праць Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених та студентів / за заг. ред. Данильченка Ю.М., д-ра техн. наук., проф. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – № 2. – 518 с.

У збірці опубліковано праці аспірантів, магістрантів і бакалаврантів в галузі машинобудування. Пропонуються перспективні ідеї, аналіз і шляхи вирішення конкретних проблемних питань машинобудування та розробки, готові до впровадження.

Видання призначено для використання в практичній діяльності молодих науковців, студентів-механіків закладів вищої освіти та фахівців машинобудівних підприємств.

ISSN 2708-3926

УДК 621

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, ММІ, 2020

УДК 621.914.1

А.В.Кузьменко, С.В.Майданюк

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Вибір технології фрезерного оброблення деталей

Практично кожне підприємство має в своєму арсеналі обладнання на якому будуть виконувати фрезерні операції. Це можуть бути широко-універсальні консольно-фрезерні верстати, або фрезерні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК). Технологію обробки підбирають в залежності від типу обладнання.

В роботі представлені результати досліджень, метою яких було встановлення найбільш раціонального технологічного процесу фрезерування площин деталі. В залежності від характеристик верстату розрізняють чотири основних технології фрезерування:

1. базова (фундаментальна) технологія фрезерування;
2. фрезерування на верстатах з ЧПК керуванням;
3. технологія високошвидкісного фрезерування;
4. фрезерування з використанням інноваційної технології iMachining.

Базова, або фундаментальна технологія фрезерування виконується, як правило, на консольно-фрезерних верстатах, або як по іншому їх називають універсально-фрезерних верстатах. Для здійснення процесу різання потрібно мати два рухи – головний рух різання та рух подачі. При фрезеруванні головним рухом різання вважається обертання інструменту, а рухом подачі - поступальне переміщення заготовки у потрібних напрямках. У процесі різання виникає отримання нових площин методом деформування та зрізування поверхневих шарів з утворенням стружки.

Головна перевага такої технології – її простота в виконанні, економічно вигідне обладнання та простий інструмент. Цей процес напівавтоматичний та займає достатньо багато часу, точність при цьому до однієї соті міліметра. Доцільно використовувати базову технологію для операцій, зображених на рис. 1 – рис. 3.

Технологія оброблення на фрезерних верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК) також має свої особливості. Вони визначаються тим, що

завдяки автоматичному, автоматизованому управлінню, що дозволяє переміщати інструмент в робочій зоні верстата по будь-якій довільній траєкторії, з'являється можливість, з однієї установки заготовки на верстаті, обробити велику кількість різних поверхонь. При цьому на ряді верстатів можуть бути використані різні способи обробки: фрезерування площин і криволінійних поверхонь, включаючи отвори та зовнішні циліндричні поверхні; свердління, зенкування та розгортання отворів; розточування точних отворів; точіння зовнішніх циліндричних поверхонь тощо [2].

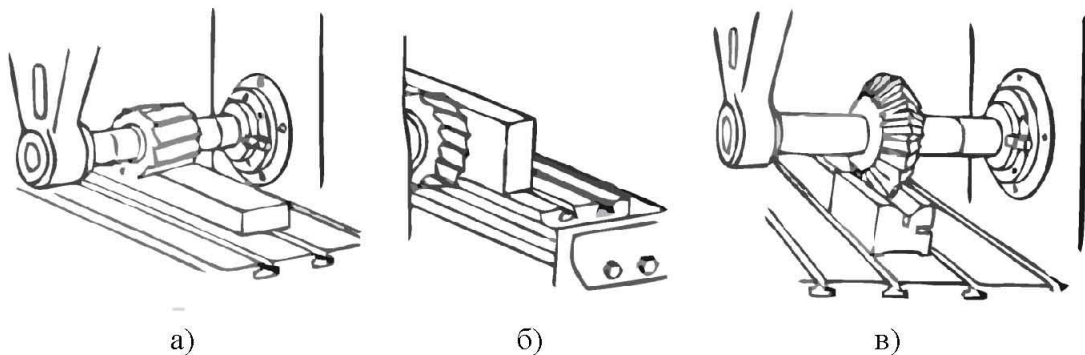


Рис. 1. Фрезерування площин: а – циліндричною фрезою, б – торцевою фрезою, в – кутовою фрезою

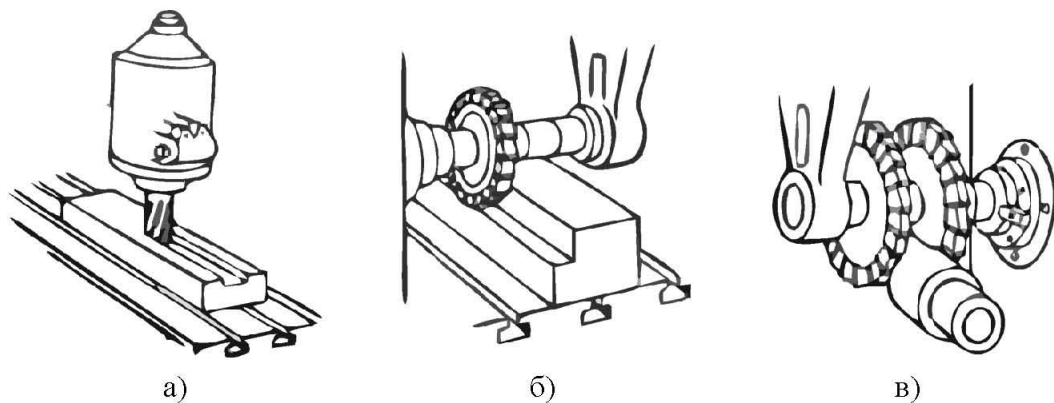


Рис. 2. Фрезерування пазів та виступів: а – паза кінцевою фрезою, б – виступу дисковою трьохсторонньою фрезою, в – набором з двох дискових трьохсторонніх фрез

Високошвидкісне фрезерування - сучасний високотехнологічний метод оброблення деталей, який дозволяє отримувати найменший перетин зрізаного

шару металу при використанні високих швидкостей різання. Суть даної технології полягає у використанні певного діапазону швидкостей різального інструменту, що веде до істотного зниження опору матеріалу та, відповідно, сил та потужності різання при обробленні та температури в зоні оброблення.

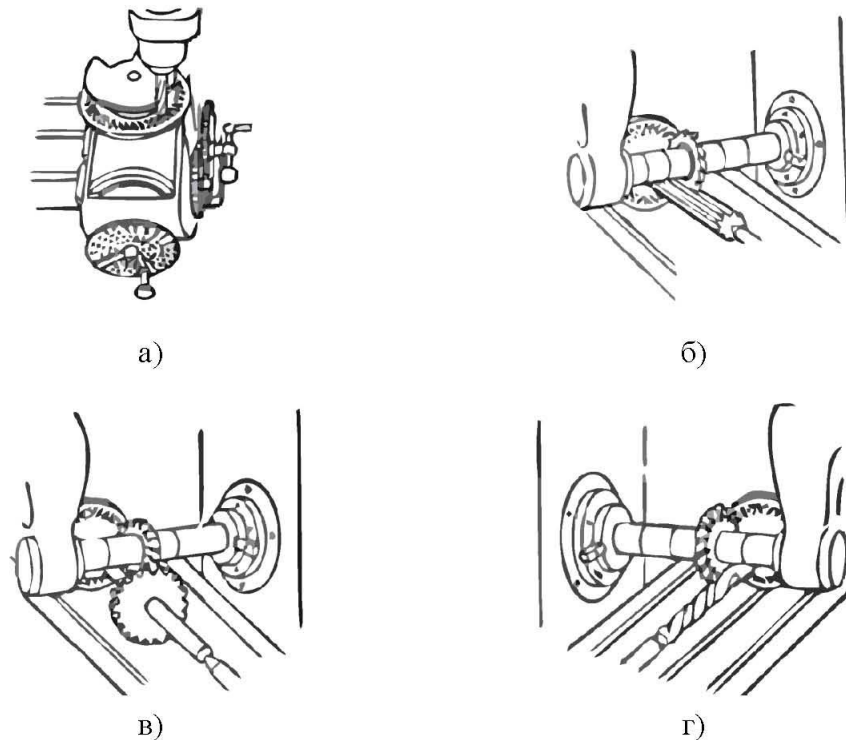


Рис. 3. Фрезерування криволінійних контурів та профілів:

а –кінцевою фрезою, б –шліцьових канавок на валах, в –зубчастого колеса,
г –гвинтових канавок

Швидкісне фрезерування, переважно, реалізується за допомогою п'яти-осьових верстатів. Така технологія дозволяє забезпечити доступ до будь-якої сторони деталі, з однієї установки заготовки на верстаті, а також, дає можливість встановлювати плоскі елементи по нормалі до шпинделя, що дозволяє використовувати кінцеві або торцеві фрези для оброблення отворів або площин.

Особливістю даної технології є те, що тепло, що виділяється при обробленні, практично повністю, зосереджене в стружці та не перебуває

тривалий час в зоні оброблення, через що різальний інструмент і деталь, практично, не схильні до термічного впливу [1].

Фрезерування з використанням інноваційної технології iMachining дозволять досягти абсолютно нового рівня продуктивності, унікальні траєкторії дозволяють скоротити час оброблення поверхонь та деталей в цілому, за рахунок контролю кутів контакту інструменту з матеріалом і оптимізації швидкостей різання і подач для всіх ділянок траєкторії. Технологія iMachining дозволяє домогтися істотної економії та підвищити ефективність оброблення на фрезерних верстатах з ЧПК [3].

Ефективність даної технології підтверджується за рахунок сучасного обладнання, в яких точність позиціонування складає до ± 4 мкм, потужні електродвигуни розширюють діапазон максимальних швидкостей на робочих органах верстату.

Висновок

Провівши аналіз технологій фрезерного оброблення деталей, враховуючи наявність сучасних багатосоєвих фрезерних верстатів з ЧПК, найефективнішою виявляється фрезерне оброблення з використанням технології iMachining, за рахунок істотного скорочення часу оброблення, зменшення зусиль та потужності різання, температури в зоні оброблення та інструментального зношування, що призводить до підвищення економічної ефективності операції оброблення.

66

Список використаних джерел

1. Высокоскоростное фрезерование [Електронний ресурс]. - / Режим доступу до ресурсу: <http://aramis.com.ua/ru/perforation.html>
2. Технология обработки на фрезерных станках с ЧПУ. 5-координатная фрезерная обработка сложных фасонных поверхностей. [Електронний ресурс]. - / Режим доступу до ресурсу: <http://delta-grup.ru/bibliot/20/20.htm>
3. Преимущества iMachining [Електронний ресурс]. - / Режим доступу до ресурсу: <https://www.solidcam.com/ru/imachining/preimushchestva-imachining/>